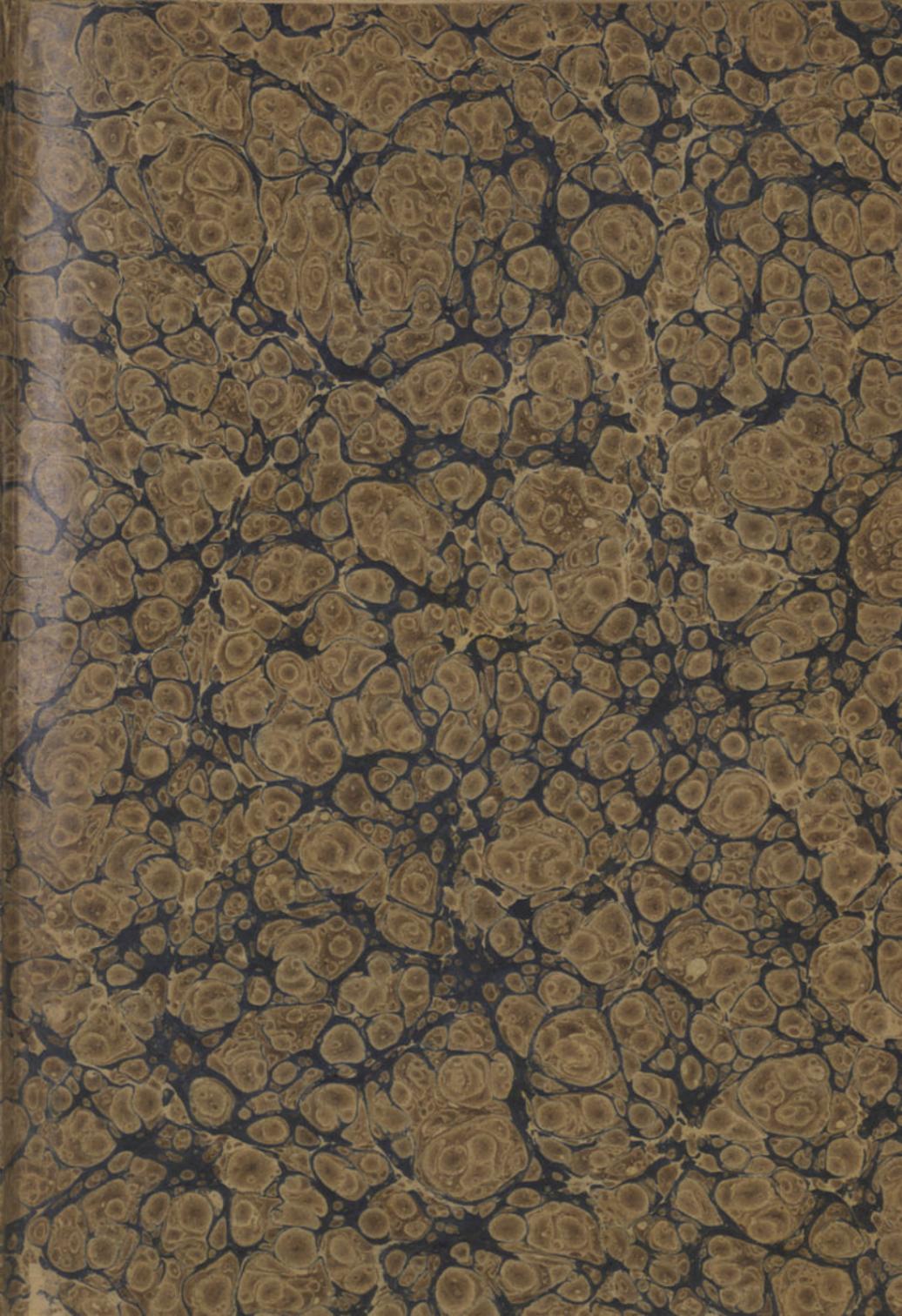


Sala B

Est. 17

Tab. 32

N.º 32



Est. 5 Tab. 3 N.º 14

ELEMENTOS

DE

GEOLOGIA

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO NACIONAL
MUSEU NACIONAL DA CIÊNCIA
E DA TÉCNICA

463
N.º 1076 = N.º 6.838

882

RECEIVED
JAN 10 1917
U. S. DEPARTMENT OF AGRICULTURE
WASHINGTON, D. C.



ELEMENTOS

3119

DE

838

GEOLOGIA

POR

A. J. Gonçalves Guimarães

Doutor em philosophia natural e lente cathedratico de geologia
na Universidade de Coimbra



UNIVERSIDADE DE COIMBRA
FACULDADE DE CIÊNCIAS E
DE CIÊNCIAS TÉCNICAS

RC
PUNCT
55
601



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO NACIONAL
MUSEU NACIONAL DA CIÊNCIA
E DA TÉCNICA

Nº 1076 = N.º 838

COIMBRA
IMPRESA DA UNIVERSIDADE
M. DCCC. XCV.



3118



PREFACIO

O presente livrinho foi planeado com o intuito especial de satisfazer a uma urgente necessidade da nossa instrução secundaria.

Não pretenderei agora discutir as causas da anomalia, mas o certo é que os alumnos dos estabelecimentos superiores encetam o estudo desenvolvido da geologia sem a mais ligeira sombra de preparação. O compendio que tiveram de seguir nas aulas do lyceu, longe de os auxiliar, prejudica-os, porque lhes dá uma orientação anachronica, e não poucas vezes os induz em erros grosseiros. E infelizmente o estado em que nos achamos, mas é indispensavel que se empreguem quanto antes os meios que a experiencia e o bom senso estão aconselhando para o combater com efficacia.

Os *Elementos de Geologia* vam talvez parecer demasiadamente extensos a alguns professores, e muito mais ainda á quasi totalidade, senão á totalidade, dos alumnos; mas isso é apenas um effeito de habitos contrahidos. Peço aos que assim pensarem, que leiam com attenção o actual programma de geologia dos lyceus, e o comparem com os outros programmas de sciencias naturaes: sendo inquestionavelmente a geologia a parte mais complexa deste vastissimo quadro, e ao mesmo tempo aquella a que está ligado o maior interesse didactico, porque é por assim

dizer a corôa de todo o edificio, como é que pôde ser ella precisamente a menos contemplada no ensino? E deve ainda notar-se, que ao conhecimento dos assumptos geologicos se prendem outros interesses, economicos e materiaes, de consideravel valor, e que esse conhecimento exige uma preparação longa e bem dirigida.

Attendendo a estas considerações, o leitor não terá difficuldade em convencer-se de que eu nem podia deixar de incluir no meu livrinho todas as materias do programma dos lyceus, nem podia tratá-las com mais sobriedade de phrase do que as tratei. Neste trabalho procurei constantemente alliar á concisão a possivel clareza e exactidão da doutrina, e adoptar um methodo que, não causando embaraços invenciveis aos professores, pudesse orientar convenientemente o espirito dos alumnos em harmonia com o estado actual da sciencia. Oxalá que os estudiosos se habituem a usar d'elle com perfeita confiança de não serem enganados, e de que lhes pode continuar a prestar os mesmos serviços durante o seu curso superior e depois delle, quando por ventura necessitem de adquirir de prompto qualquer conhecimento elementar, que diga respeito á geologia.

Para este fim, era necessario, que o livro fôsse completo no seu genero, e tivesse portanto de comprehender mate-

rias que os actuaes programmas não exigem; mas fi-lo sempre com a maior parcimonia e de modo, que nos cursos ordinarios essas materias pudessem com facilidade omittir-se.

A circumstancia de me dirigir a alumnos portuguezes impunha-me por outro lado a obrigação de fazer as possiveis referencias ao nosso pays, de preferencia aos estrangeiros, e de empregar na dicção uma terminologia scientifica em harmonia com a indole da nossa lingua, infelizmente ainda tam pouco estudada e tam mal apreciada. O leitor encontrará em resumo a ethymologia dos principaes termos technicos desta sciencia, alguns synonymos estrangeiros de uso commum internacional, e uma ou outra vez referencias historicas e bibliographicas interessantes.

O methodo seguido é pouco mais ou menos o dos livros modernos de geologia, excepto no estudo historico das formações. Aqui pareceu-me que devia pôr um pouco de lado a rotina, para destacar a parte inorganica da parte paleontologica, e nesta o que respeita á botanica do que respeita á zoologia. A experiencia de mais de 15 annos de ensino tem-me feito reconhecer que, misturando estas tres ordens de noções na descripção de cada formação, ou de cada systema, os principiantes encontram um grande em-

baraço em se apoderarem do assumpto, porque a falta do conhecimento prévio da paleontologia não lhes permite distinguir em todo este complexo as phases successivas do progresso evolutivo.

Sinto agora que a tarefa emprehendida excedia em muito as minhas forças, ainda que não a minha boa vontade de prestar um serviço util á instrucção pública. E porisso acceitarei com reconhecimento a collaboração dos especialistas ou professores que se dignem de me offerecer quaesquer indicações, informações ou reflexões uteis sobre o objecto do meu trabalho, e que eu terei o prazer de aproveitar em edições futuras, se o livro tiver a fortuna de as merecer.

Coimbra, maio de 1895.

O auctor.

INTRODUÇÃO

1. Relações da geologia com as outras sciencias e em especial com a astronomia. Geologia comparada. Na classificação dos diferentes ramos do saber humano ha um grupo de sciencias, que denominamos *concretas*, porque estudam os phenomenos da Natureza taes como elles se nos manifestam, em toda a sua complexidade real, e portanto nas suas mútuas relações de dependencia. A *geologia*¹ pertence a este grupo, sendo o seu objecto o estudo monographico, completo, da Terra, já considerada como um organismo distincto, já como um dos elementos, uma das partes constituintes do Universo.

Como organismo distincto, é necessario decompô-la successivamente nas suas differentes partes, estudar cada uma destas de per si, tanto debaixo do ponto de vista estatico como dynamico, e reconstituir com ellas o todo, até podêrmos descrever a sua historia exacta a partir da sua origem e através de todas as phases da sua evolução.

Como parte integrante do Universo, devemos attender a que a Terra é um dos corpos celestes, que povoam o espaço, onde gravita de sociedade com outros corpos similares, subordinados como ella ao movimento de um corpo director — o Sol; com o qual constitue um dos innumerous systemas planetarios da fábrica infinitamente grande da Creação.

2. O estudo monographico de cada um destes individuos do firmamento seria o objecto de outras tantas sciencias parallelas e irmãs da nossa geologia. A *astronomia* comprehende-os porém a

¹ Do gr. *Gê Terra e lógos* discurso, tratado: tratado da Terra.

todos num só corpo de doutrina, considerando-os tanto na sua fôrma e movimentos como na sua natureza physica em geral. Portanto a *geologia* é verdadeiramente um ramo da *astronomia*, da qual se destacou assim como a *anthropologia*, ou estudo monographico do homem, se destacou da *zoologia*, que é o estudo geral e particular dos animaes.

3. Entre a astronomia e a geologia acha-se em via de constituição outra sciencia, menos extensiva do que a primeira, e mais extensiva do que a segunda; a qual pretende applicar o conhecimento dos factos e methodos da geologia á investigação da estrutura, composição e historia dos outros corpos celestes do systema solar: esta sciencia é a *geologia comparada*.

4. **Objecto da geologia e suas relações com a biologia.** Até aqui temos visto, qual seja o objecto proprio da geologia, considerada a palavra sem restricção alguma, e quaes as relações geneticas, que a ligam primeiro á geologia comparada e depois á astronomia; mas a importancia consideravel do seu estudo, e portanto a necessidade de profundarmos o mais possivel as nossas investigações sobre cada um dos assumptos comprehendidos no seu quadro sobremaneira vasto, leva-nos ainda a simplificá-lo, separando delle um ou mais ramos, assim como se fez a respeito da sciencia mãe, a mais extensiva de todas — a astronomia.

Com effeito, como o conhecimento completo da Terra comprehendendo não só a Terra em si, mas o conjunto de todos os seres vivos, que a habitam e tõem habitado desde as epochas mais remotas da sua historia, occorria naturalmente restringir a geologia propriamente dita ao estudo da Terra com exclusão dos seres vivos, constituindo com estes uma nova sciencia, a que se deu o nome de *biologia*¹. Esta desdobra-se por sua vez na *botanica*² e na *zoologia*³.

5. De tudo isto resulta, que a geologia pode ser considerada numa acceção mais lata, e numa acceção mais restricta. Em sentido lato é o estudo completo da Terra com todos os seres vivos, que lhe pertencem, incluindo o proprio homem, tanto no estado natural como nas suas variadissimas relações sociaes; em sentido mais restricto é o estudo especial da Terra na sua fôrma e dimensões, na sua natureza physica, na sua composição e estrutura, nos seus phenomenos intrinsecos e na sua evolução; por outras palavras, é a historia natural da Terra considerada como um todo

¹ Do gr. *bíos* vida e *lógos* discurso, tratado: tratado da vida ou dos seres vivos.

² De *botáne* planta: que diz respeito ás plantas, isto é, sciencia a que pertence o estudo das plantas.

³ De *zoon* animal e *lógos* discurso, tratado: tratado dos animaes.

único, abstrahindo da existencia dos seres vivos. É neste sentido que temos de a estudar.

6. Metallologia. Algumas vezes convém destacar ainda do quadro da geologia propriamente dita a historia natural dos diferentes corpos inorganicos, de que a Terra se compõe, considerando-os como seres independentes e procedendo a respeito delles como a botanica procede a respeito dos vegetaes ou a zoologia a respeito dos animaes. A sciencia, que assim se separa, é a *mineralogia*, ou melhor *metallologia*¹. Os corpos estudados pela *metallologia* sam conhecidos pelo nome de *mineraes*.

7. Solo agricola e sub-solo; cartas geologicas. Quem tiver assistido á perfuração dum poço, á lavra duma pedreira, á construcção duma estrada, ou em geral a qualquer trabalho de campo, onde hajam de se fazer excavações ou córtes no terreno, deve ter-se impressionado com a fraca espessura, que apresenta o solo agricola propriamente dito. Abaixo deste solo, que nem sequer chega a cobrir por toda a parte a superficie dos continentes e ilhas, encontra-se sempre um pavimento de pedra maciça, ou apenas desaggregada até uma pequena profundidade. Este pavimento prolonga-se invariavelmente por toda a parte do globo, deprimindo-se nuns pontos, mantendo-se nivelado noutros e offerecendo ainda noutros saliencias de fórmas e dimensões muito variadas, até attingirem as altitudes das montanhas mais consideraveis. Este pavimento é conhecido pelo nome de *sub-solo*. É esta a superficie que se representa em projecção nas cartas geologicas ordinarias, e é aqui tambem que principia propriamente a exercer-se a observação e o trabalho do geologo.

8. Riqueza e importancia do sub-solo. Primeira noção de rocha, terreno e formação. É maravilhosa a variedade de materiaes, que então se nos patenteiam. Daqui vêm as differentes qualidades de pedras, metaes e combustiveis mineraes, de que nos servimos todos as dias, quer nas nossas industrias fabris, quer nas construcções dos edificios e monumentos, quer nos usos domesticos, quer enfim como simples objectos d'ornato, ou para usos religiosos ou supersticiosos.

9. O exame attento do sub-solo mostra-nos, que esses materiaes não se acham ahi dispostos ao acaso, cada corpo tem o seu

¹ De *métallon* mineral e *lògos* discurso, tratado. Significa litteralmente o mesmo que *mineralogia*, mas tem sobre esta palavra a vantagem de evitar o hybridismo resultante da composição dum elemento latino, *minera*, com o elemento grego *lògos*, o que segundo todos os bons grammaticos constitue um barbarismo.

modo de ser particular, o seu logar ou logares proprios entre os outros corpos segundo leis conhecidas, que a geologia nos ensina.

Assim como o organismo dum animal superior, por exemplo, é constituído pela associação harmonica de massas heterogeneas, como os ossos, os musculos, os tendões, as aponeuroses, os nervos, etc.; assim tambem a Terra, bem mais complexa do que o organismo mais complexo, é formada de moles de naturezas muito diversas, que representam para ella um papel analago. Estas moles podem ser consideradas sob tres aspectos distinctos: 1) debaixo do ponto de vista da sua textura e das differentes propriedades physicas e chymicas, que as caracterizam; 2) como membros ou partes integrantes do planeta, que habitamos; 3) quanto ao modo como foram formadas ou produzidas. No primeiro caso têm o nome de *rochas*, no segundo denominam-se *terrenos*, e no terceiro *formações*.

10. Petrologia. É claro que a estrutura e as propriedades physicas e chymicas destas moles tanto podem ser estudadas e reconhecidas no seu jazigo como num fragmento separado, e porisso o estudo das rochas pode por sua vez ser destacado dos outros ramos da geologia, para constituir uma sciencia á parte, a *petrologia*¹, a qual está para as rochas como a metallologia para os mineraes, a botanica para as plantas ou a zoologia para os animaes.

11. Analogias e differenças entre as idéas de mineral e rocha.

O que temos dito (6 e 9) resume as principaes analogias e differenças, que existem entre as idéas de mineral e rocha. Com effeito, tanto aquelles como estas sam massas, que figuram na composição do globo terrestre, e tanto uns como as outras se reconhecem e classificam especialmente por meio de caracteres derivados da sua estrutura e das suas propriedades physicas e chymicas. Mas ao mesmo tempo (6) *cada especie mineral é um corpo diferente*, o que equivale a affirmar, que não sòmente apresenta os mesmos caracteres essenciaes em todos os pontos da sua massa ou, como se costuma dizer, é um corpo homoganeo, mas tambem se distingue das restantes especies por algum ou alguns dos seus caracteres; pelo contrario, cada typo de rocha pode consistir numa mistura de duas ou mais especies mineraes, ou numa só especie mineral, pura ou impura. Exemplifiquemos com duas rochas das mais vulgares e mais conhecidas, o *granito* e o *calcareo*. Na primeira, que abunda sobretudo na parte norte do nosso pays, reconhece-se á simples vista a presença de tres corpos distinctos tanto pelo aspecto como pela cór: um (*mica*) em laminas escuras ou bran-

¹ Do gr. *pétra* rocha e *lógos* discurso, tratado.

cas, de reflexos muito brilhantes, elasticas e facilmente separaveis com a ponta dum canivete um duma navalha; outro (*feldspatho*) branco, cinzento ou côr de carne, com vestigios de fendas planas (*clivagens*) em duas direcções rectangulares, e outro enfim (*quartzo*) branco ou acinzentado, translucido e sem vestigio algum de fendas regulares. Cada um destes corpos é um mineral bem caracterizado por todas as suas propriedades. O *calcareo*, essa rocha tam vulgarmente empregada como pedra de construcção na maior parte do pays e como materia prima para o fabrico da cal, apesar da enorme variedade de aspectos, que pode apresentar, é sempre formado por um corpo unico, o carbonato de calcio, com os caracteres da especie, que os metallologistas designam pelo nome de *calcite*.

Além disto (9) as rochas apresentam-se-nos na Natureza em moles, que sam como membros ou partes integrantes na architectura do globo; enquanto que dos mineraes não podemos dizer outro tanto, alguns apparecem até em quantidades tam deminutas ou andam tam disseminados, que não é difficil nem raro passarem desapercibidos.

12. Divisão da geologia. No estudo, que vamosprehender, dividiremos a geologia em cinco secções:

1.^a *Physiographia*, ou descripção da Terra na sua generalidade e especialmente na sua superficie.

2.^a *Metallologia*, ou tratado geral e especial dos mineraes.

3.^a *Lithologia*, ou tratado das massas rochosas, tanto debaixo dum ponto de vista independente, isto é, como seres especiaes (*petrologia*), como em relação á sua fórma geral e disposição no globo terrestre (*geotectonica*).

4.^a *Geodynamica*, ou tratado das acções e phenomenos, que se passam entre as diversas partes componentes da Terra, e das modificações, que dahi resultam.

5.^a *Geohistoria* ou historia da Terra, que é como uma synthese geral de todos os conhecimentos anteriores pela ordem historica da evolução da Terra, desde a sua origem até ao estado actual.

PHYSIOGRAPHIA

§ 1.º A TERRA NO ESPAÇO E NO SEU CONJUNCTO

13. Equilibrio dos corpos celestes. Sam bem conhecidos os exercicios infantis do peão e da carreira com o arco, assim como a applicação deste á invenção do velocipede de duas rodas. Em qualquer destes exercicios vemos o movel sustentar posições de equilibrio, que seriam impossiveis, se não existisse o movimento rotatorio. Ha portanto aqui alguma força capaz de evitar a queda nos instantes, em que a vertical do centro de gravidade cae fóra da base de sustentação, e essa força não pode ter outra origem senão no movimento, visto que, interrompido este, o equilibrio immediatamente se interrompe. Assim o movimento em si equivale, e pode fazer equilibrio a uma força qualquer, que no nosso caso é a attracção terrestre. É que na força não ha mais nada de positivo senão o movimento, real ou capaz de se realizar.

Estes resultados obedecem a leis mechanicas geraes. Assim como nos nossos exemplos o peão ou o arco ou o velocipede cairiam, se o movimento de rotação não existisse, ou tivesse velocidade insufficiente; assim tambem os astros, se não fossem os seus movimentos perpétuos, gravitariam necessariamente uns para os outros, até se reunirem numa só massa, que depois do choque se transportaria uniforme e indefinidamente em linha recta segundo a direcção determinada pela linha dos centros das ultimas duas massas, que se houvessem attrahido.

Mas em vez disso nós vemo-los continuarem a percorrer as suas orbitas, sem se perturbarem reciprocamente, como se mão invisivel os dirigisse obedecendo aos designios duma intelligencia superior.

14. Qual a origem primitiva destes movimentos? Donde vieram

os corpos, que os executam? Estes corpos existem por si mesmos? ou fôram creados por um Ente distincto, que tenha em si a razão da sua propria existencia? Nada sabemos, nem podemos saber, com certeza acerca destas e semelhantes questões, a que sómente poderemos elevar-nos por hypotheses, que pouco ou nada têm de scientificas. O que a observação nos mostra é que assim como esses grandes corpos se movem sem cessar segundo leis harmonicas, que nos parecem fixas, assim tambem as suas propriedades variam ou se modificam ao mesmo tempo segundo outras leis, tam fixas como as primeiras. Estas leis sam da alçada das sciencias.

A serie de mudanças ou de phases, que assim percorre cada corpo, constitue a sua *evolução*, e podemos ainda accrescentar, que esta em todos os corpos comprehendidos na esphera d'acção das nossas facultades se executa invariavelmente segundo uma ordem regular e durante um lapso de tempo limitado. Pouco importa aliás que esse lapso seja apenas duma millesima de segundo, ou de muitos milhões ou bilhões de seculos.

15. Origem da Terra e suas relações com os outros corpos do mesmo systema. O estudo dos corpos do nosso systema planetario leva-nos a admitir para todos uma origem commum, a condensação de porções destacadas successivamente duma só massa primitiva, cujo residuo se acha constituindo por sua vez a massa do Sol, o centro do systema. Toda essa massa existiu anteriormente no estado gazoso formando uma grande nebulosa, de cujo movimento resultáram os movimentos de cada um dos differentes planetas e seus respectivos satellites.

Da communidade de origem provieram a conformidade de movimentos e a analogia de composição, propriedades e evolução, como a sciencia não cessa de verificar. Vê-se pois o interesse, que terá para nós o estudo comparativo (3) destes astros applicando a cada um as consequencias da observação exercida directamente sobre os outros. Se os instrumentos astronomicos nos permittissem distinguir da Terra tudo o que se passa na superficie dos outros planetas, que se acham em phases mais atrasadas ou mais adeantadas da evolução, isso equivaleria a termos deante de nós, como num panorama, a imagem viva e real do que a propria Terra foi, e daquillo que ha de vir a ser nas phases correspondentes.

16. Fôrma da Terra e dos planetas. De todos os caracteres, que revelam a communidade de origem dos corpos celestes nenhum mais apparente do que a fôrma exterior. O Sol, os planetas e os seus satellites têm todos com effeito a mesma fôrma geral, que é a dum espheroide de revolução ligeiramente achatado segundo a linha dos polos. Os astros, que não attingiram ainda esta fôrma, como as nebulosas, os cometas, ou o anel de Saturno, tendem a approximar-se della, e é natural que, pelo menos a maior parte, venham ainda a adquiri-la.

17. Meteoritos. De tempos a tempos, mas sem regularidade alguma, a nossa atmosphera é invadida por grandes massas incandescentes, que, chegando a uma certa altura, rebentam com estrondo e espalham em todas as direcções fragmentos mais ou menos volumosos. Essas massas têm o nome de *bólidos*¹ e os fragmentos o de *aerolithos*² ou *meteoritos*³. O bólido que no principio do seculo actual (1803) caiu em *L'Aigle* (França, dep. do *Orne*) desfez-se nuns dois a tres mil meteoritos, ouvindo-se o estrondo da detonação num circulo de mais de 30 leguas de raio.

18. A velocidade dos bólidos, cem vezes superior ás maiores velocidades atingidas pelas balas de artilharia, põe fóra de duvida a sua origem extra-terrestre. Devemos contudo evitar o confundirlos com as *estrellas cadentes*, das quaes se distinguem principalmente pelos seguintes caracteres: 1.º pelo volume, incomparavelmente maior nos bólidos que nas *estrellas cadentes*; 2.º pelo estado physico, solido nos primeiros e gazoso nas segundas; 3.º pela explosão e detonação, phenomenos que acompanham invariavelmente a queda dos bólidos e não se observam nas *estrellas cadentes*; 4.º pela periodicidade destas, em contraposição da falta de periodicidade daquelles.

19. A composição dos meteoritos varia muito de uns para outros, ainda naquelles que tiveram origem num mesmo bólido, e sam já conhecidos numerosos typos de rochas e mineraes pertencentes a estes corpos, verificando-se a sua analogia ou identidade em relação as rochas e mineraes, que se encontram na Terra. Os elementos que os constituem sam egualmente nossos conhecidos, como o ferro, nickel, manganesio, aluminio, magnesio, calcio, sodio, potassio, silicio, carbono, phosphoro, arsenio, enxofre, oxygenio, hydrogenio, etc.

20. Actualmente suppõe-se que todos os meteoritos pertencêram a um astro unico, talvez um antigo satellite da Terra, e chegou-se até a realizar a sua reconstrucção theorica. Assim a maior parte da massa, a partir do centro, era formada por um nucleo de ferro metallico, de que nos museus geologicos existem varios exemplares com a designação de *ferro meteorico*. A parte exterior ou crusta compunha-se de capas rochosas successivas sobrepondo-se umas ás outras por ordem decrescente da densidade.

A comparação entre este e o nosso globo é tanto mais interessante, quanto é certo que no ultimo conhecemos apenas a parte mais superficial, que não chega a abranger a crusta na sua tota-

¹ Do gr. *bolis* (th. *bolid*) corpo que é arremessado, cf. *ballo* (th. *bal*) arremessar, lançar.

² Do gr. *aér* ar, atmosphera, e *lithos* pedra.

³ De *metéoros* que está no ar, ou que está de cima, e dahi a significação, que hoje damos á palavra *meteóro*. A idéa de *meteorito* é etymologica e practicamente a mesma que a de *aerolitho*.

lidade; ao passo que o globo meteorico é directamente conhecido até ao centro.

21. Comparação do globo meteorico com o globo terrestre. Se em qualquer ponto da superficie terrestre practicassemos com a sonda uma foragem sufficientemente profunda, encontraríamos invariavelmente um pavimento crystallino de rochas do typo do granito (11) extendendo-se em todas as direcções com uma espessura consideravel, que ainda não foi possível determinar. As vezes este pavimento apparece-nos logo desde a superficie, como succede em grande parte da nossa provincia do Alentejo, sobretudo nos districtos d'Evora e Portalegre, e mais ainda ao norte do Tejo numa larga zona desde Castello-Branco até ao alto Minho, continuando a desenvolver-se para além das duas fronteiras hespanholas.

22. Estas rochas não sam todavia as mais profundas da crusta da Terra, abaixo dellas existem muitas outras, que em certas epochas se têm injectado em fusão ignea, como as lavas dos vulcões, através do pavimento de granitos e de rochas mais modernas, a que estes servem de base. É o caso, por exemplo, do basalto, essa pedra negra e pesada, vulgarissima na área de Lisboa, e que todas as pessoas que tenham visitado esta cidade poderám ter observado no calcetamento da maior parte das ruas. As rochas profundas, que assim emergem á superficie abrindo passagem por entre as rochas exteriores, têm a designação commum de *rochas eruptivas*; o proprio granito emerge muitas vezes em condições identicas por entre as rochas mais recentes.

23. Na analyse dos meteoritos não se têm encontrado as rochas crystallinas do typo do granito nem os mineraes constitutivos destas rochas, assim como as outras rochas superiores. As rochas meteoriticas mais superficiaes encontram as suas similares terrestres entre as eruptivas inferiores ás do pavimento granitico, mas a analogia é tal e estende-se a um numero tam consideravel de typos até ás regiões mais profundas, que podemos admittir a sua continuação através das capas inacessiveis da base da crusta e dahi até ao centro. Assim o nosso planeta compõe-se provavelmente, como o globo meteoritico, duma crusta de materiaes petreos servindo d'envoltorio a um enorme nucleo de ferro metallico. O estudo da geologia tem dado a conhecer um grande numero de factos positivos, que concordam plenamente com esta hypothese.

24. Dimensões da Terra. Vimos (16) que a Terra tem a fórma dum ellipsoide de revolução ligeiramente achatado segundo a linha dos polos. As suas dimensões, pelos calculos do astronomico Bessel, sam:

Raio equatorial.....	R = 6.377 ^{chm} ,397
» polar	R' = 6.356 ,079
	<hr/> R - R' = 21 ,318

e portanto o achatamento

$$\frac{R - R'}{R} = \frac{1}{299}$$

A circunferencia do meridiano suppõe-se igual a 40.000 chilometros; donde se deduz, que o raio da Terra, se o meridianno fôsse rigorosamente circular, seria

$$R_0 = \text{raio circ. de } 40.000 \text{ chm.} = 6.366^{\text{chm}}, 203.$$

Este valor é proximamente igual á média arithmetica entre o raio equatorial e o raio polar. A milha geographica internacional equivale, como se sabe, a 1' do meridiano, e portanto a 1852^m.

Se imaginarmos um comboio percorrendo esta circunferencia com a velocidade constante de 50^{chm} por hora, teremos um percurso igual a 1 mes + 3 dias + 8 horas. A circunferencia do equador exigiria apenas mais hora e meia em egualdade de circunstancias. Este resultado mostra-nos doutro modo, quam pequeno é na realidade o achatamento da Terra.

Na ultima exposiçào de Paris, em 1889, exhibiu-se um globo terrestre de 40 metros de circunferencia meridiana, o que representa um diametro superior a 12^m,5 ou proximamente 7,5 vezes a estatura média do homem. Pois apesar destas enormes proporções, a differença entre os raios equatorial e polar era insignificante, porisso que pouco excedia a 21 millimetros.

Naquella escala a distancia de Melgaço ao cabo de Santa Maria, em linha recta, era = 570 millimetros, e a de Campo-Maior ao cabo da Roca = 213.

25. Calor proprio da Terra. Quando o nosso globo se separou do resto da massa solar (15), o seu estado physico não podia deixar de ser o de fusão ignea mais ou menos perfeita. Depois a temperatura foi descendo successivamente pela perda de calor para os espaços interstellares e, chegado um certo momento, em que o abaixamento attingisse o ponto de solidificação, a mudança de estado tornar-se-hia inevitavel. É claro que esta perda de calor se deu e continúa a dar ao mesmo tempo na Terra, no Sol e nos outros astros, mas com a differença de que, sendo a superficie da Terra, proporcionalmente ao seu volume, muito maior do que a superficie do Sol, o resfriamento proseguiria *caeteris paribus* com muito maior celeridade na primeira do que no segundo. Dahi vem o achar-se presentemente a Terra já no estado solido, pelo menos á superficie; enquanto que o Sol continúa a brilhar no firmamento como uma verdadeira estrella, e a repartir em grande parte conosco o calor, que emite em todas as direcções para o espaço.

É do Sol que dimana essencialmente o calor, que sentimos e sem o qual a conservação da vida se tornaria impossivel tanto para os animaes como para as plantas; prova-o por um lado a differença de temperatura, que acompanha a mudança duma latitude para outra, e o definhamento, que manifestam os seres vivos á medida que nos approximamos das regiões polares, e por outro lado a in-

fluencia tambem assás conhecida dos movimentos de rotação da Terra sobre as variações de temperatura em cada logar.

26. Estas variações atenuam-se contudo á medida que nos afastamos da superficie e penetramos na espessura do globo, até se tornarem inteiramente nullas a uma certa profundidade, aliás diversa dumas localidades para outras. O logar geometrico de todos os pontos, que gosam desta propriedade, recebeu a designação de *zona de temperatura constante*. A sua profundidade é geralmente menor nas reintrancias do que nas saliencias da superficie, mas depende tambem muito da natureza rochosa e da estructura do sub-solo.

Nesta zona a temperatura é pouco mais ou menos igual á média annual nos pontos correspondentes da superficie. Depois eleva-se progressivamente com a profundidade, calculando-se que, em média, ao descenso de 30 a 33 metros corresponde a elevação de 1° C. de temperatura. A differença de profundidade correlativa da variação de 1° C. denomina-se *grau geothermico*¹. Em Lisboa a zona de temperatura constante encontra-se entre 19^m,50 e 20^m, e o grau geothermico é = 32^m,14.

O calor proprio da Terra manifesta-se aliás em muitas outras circunstancias, principalmente nas aguas thermaes, nas fontes d'agua fervente e nos phenomenos vulcanicos.

Obs. Se o grau geothermico fôsse realmente uma quantidade constante, como alguns geologos parecem admitir, á profundidade de 65^{chm} a temperatura seria já superior a 2000°, á qual passa ao estado liquido a platina, um dos metaes mais difficeis de fundir, e a 100^{elm} os corpos mais refractarios teriam passado tambem ao estado liquido, ou melhor o calor seria de tal modo intenso, que a nossa intelligencia carece de termos de comparação, para sequer presumir qual seria o estado physico em semelhantes circunstancias. A Terra seria então verdadeiramente um globo de fogo envolvido por uma pellicula solida de espessura inferior a 0,02 do comprimento do raio. Devemos porém observar, que os factos a que nos referimos não sam tam regulares e concludentes, como pretendem os partidarios desta doutrina, e que, embora o fossem, a inducção do que se verificou apenas até algumas centenas de metros para o que deve dar-se em toda a extensão do raio terrestre é de tal maneira audaciosa, que vae de encontro aos preceitos da boa logica e até do simples bom senso. Tudo quanto podemos affirmar sobre este assumpto é, que a Terra possui ainda muito calor proprio, e que a partir da zona de temperatura constante o grau de calor vae augmentando segundo uma lei desconhecida até ás maiores profundidades, que se têm attingido.

27. Densidade terrestre. A importancia das relações mechanicas, que existem entre as massas dos corpos e as acções, que

¹ Do gr. *Gé Terra e thermón calor*.

elles exercem uns sobre os outros, tem levado os physicos e os astronomicos a investigarem, qual o valor especifico deste elemento não só em cada um dos corpos, que fazem parte da Terra, mas tambem na Terra toda e em cada um dos outros astros, que com ella compõem o systema solar. Pelo que diz respeito á Terra, as determinações mais rigorosas, a que se tem procedido, concordam em que a massa contida na unidade de volume ou, por outras palavras, a densidade média é igual a 5,6 vezes a densidade da agua pura a 4°.

28. É notavel, que este numero excede muito a densidade média da parte conhecida da crusta terrestre, o que nos leva a concluir, que o seu valor augmentará necessariamente nas regiões profundas do globo. Com effeito, a densidade das rochas eruptivas inferiores ao pavimento granitico geral (21) é mais elevada do que a das rochas superiores; além disto nas rochas eruptivas mais densas sam communs o oxydo de ferro magnetico e outros compostos de ferro, chegando até a verificar-se em certos casos a presença de ferro em estado de liberdade. Ora é natural que este caracter não se limite á parte conhecida da crusta. Portanto, como a densidade desta no seu conjuncto não será talvez muito differente de 2,8, se a parte envolvida fór um nucleo de ferro metallico, como se deprehende da comparação que fizemos noutro lugar (22), o valor da densidade média do globo poderá servir para calcular a espessura provavel de toda a crusta. Acha-se deste modo, que esta não será talvez muito superior a 1000^{chm} ou proxivamente a 0,16 do comprimento do raio médio da Terra (24).

§ 2.º FÓRMAS TERRESTRES

29. Relevo geral. Se fixarmos a attenção num bom mappa geographico, onde se achem perfeitamente representadas as differentes profundidades oceanicas, assim como as altitudes terrestres, notaremos que o relevo orographico apresenta por toda a parte um caracter semelhante, uma superficie irregular coberta de escabrosidades mais ou menos volumosas, formando cordilheiras, maciços montanhosos, valles, etc., exactamente o que estamos habituados a ver sobre os continentes.

↗A differença maxima de nivel entre os cumes das mais altas montanhas e os pontos mais profundos do oceano é igual a 17.353^m, o que equivale proxivamente a 2,5 millimetros numa esphera dum metro de raio, ou relativamente menos que as asperezas da casca dum laranja. O nivel médio das aguas corresponde a pouco menos de metade desta altura, porisso que a maior altitude terrestre, a do monte Everest (Himalaya) ascende a 8840^m; ao passo que a profundidade maxima, obtida numa sondagem feita de bórdo do *Chalenger* a E. das Kuriles (Japão), chegou apenas a 8513^m.

30. Estas medidas devem porém considerar-se como verdadeiramente excepcionaes, sendo a altitude média dos continentes e ilhas computada nuns 600^m e a profundidade média do oceano nuns 4000^m. Vê-se pois que, se por um lado considerarmos as altitudes terrestres acima da média de 600^m, e por outro as profundidades oceanicas abaixo de 4000, as variações, e portanto os accidentes da superficie, sam consideravelmente maiores na terra firme do que no fundo do mar.

31. Oceanos e continentes. Os globos e cartas geographicas geraes representam-nos a superficie da Terra formada por um certo numero de retalhos de dimensões e fórmias variadissimas, distribuidos desigualmente numa enorme massa d'agua, a que chamamos habitualmente — o mar. Os retalhos solidos constituem os constituintes e ilhas. A sua accumulacão observa-se em maior escala em volta do polo N., onde fórmam um annel de terras geralmente baixas e muito recortadas offerecendo apenas uma interrupção importante, entre a Europa e a America, com dois grandes prolongamentos para o sul — um occidental, formado pela America, e outro oriental, formado pela Europa, Asia e Africa, a que podemos ainda associar a Australia com as ilhas, que a ligam á costa asiatica.

Pelo contrario, em volta do polo S. é a superficie maritima que prepondera, emittindo para o norte tambem tres prolongamentos principaes — um occidental, formado pelo oceano Atlantico, e outro oriental, formado pelo Pacifico e mar das Indias. A extensão relativa destes dois oceanos principaes é aliás semelhante á extensão relativa dos dois continentes principaes, isto é, tanto na parte solida como na parte liquida a superficie oriental excede o dobro da occidental.

32. Os contornos geraes das costas põem em evidencia duas direcções preponderantes, perpendiculares entre si, uma N. E. — S. W. e outra N. W. — S. E. Desta circumstancia, combinada com a maior accumulacão das terras em volta do polo N., resulta que os prolongamentos formados por essas terras tomam o aspecto geral de triangulos com um dos vertices dirigido para o sul.

Estes factos apresentam-se-nos com um caracter de tal modo constante, que revelam verdadeiras leis naturaes, cuja explicacão compete á geologia descobrir.

33. Comparemos agora a extensão das superficies solida e liquida com o relevo geral da parte solida. Assim como a maior extensão das terras está actualmente accumulada no hemispherio N., assim tambem é neste hemispherio que se encontram as maiores altitudes. Ao sul do equador apenas na cordilheira dos Andes é que se encontram montanhas de 4000^m para cima em latitudes superiores ás da zona torrida; ao passo que no nosso hemispherio essas grandes altitudes ultrapassam o paralelo de 50° no Kamtschatka (Asia oriental) e o paralelo de 60° no maciço do monte

de S. Elias e territorios vizinhos (a occidente da America do Norte).

Toda a parte septentrional do continente americano desde a região dos lagos e bacia do rio Mackensie, e toda a parte septentrional da Europa e da Asia, até á região montanhosa do extremo oriente, são formadas de territorios de tal maneira baixos, que bastaria uma ligeira subida do nivel actual das aguas, para se submergirem inteiramente, exceptuando apenas uma pequena parte da Escandinavia e dos Uraes, que sobresairiam como ilhas neste dilatado mar. A geologia historica offerece-nos muitos exemplos de mudanças de nivel mais consideraveis. Bastava para isso, que o centro de gravidade das aguas oceanicas, que actualmente se acha no hemispherio S., experimentasse um desvio, por assim dizer in-significante, para o lado do norte.

3.4. Hypsographia continental. Das definições que vulgarmente se dá de *ilha* e *continente* depreheende-se, que a differença existe apenas na extensão superficial, sendo a ilha uma especie de continente deminuto, ou o continente uma especie de ilha gigantesca. Nada mais inexacto, os continentes caracterizam-se sobretudo pela distribuição regular e systematica das suas linhas de relevo. A descripção destas linhas é o objecto da *hypsographia*¹. Da mesma maneira as profundidades obedecem tambem a leis regulares, cujo estudo pertence á *bathographia*².

As principaes caracteristicas da hypsographia continental resumem-se nas seguintes leis, devidas aos professores Dana e Guyot:

1.^a Os continentes têm em geral costas montanhosas, elevando-se mais ou menos abruptamente até atingirem o maximo de altitude, e descendo depois em ondulações successivas para uma ou mais depressões interiores em fórma de bacia.

2.^a As costas mais accidentadas ficam sempre adjacentes ao oceano mais vasto e mais livre.

Assim a America do Norte, num perfil transversal tomado por exemplo entre Washington e os estados de W. (fig. 1) mostra-nos



Fig. 1. Corte transversal da America do Norte (segundo J. Dana). E este; W oeste; a serra Nevada; b montes Rochosos; c Mississipi; d Appalaches. Entre a e b acha-se o planalto de Utah e a bacia do grande lago Salgado; entre b e d a bacia hydrographica do Mississipi.

¹ Do gr. *hypsos* altura e *grápho* escrever, descrever.

² Do gr. *báthos* profundidade e *grápho* escrever, descrever.

— na parte central a vasta bacia hydrographica do Mississipi; do lado do Pacifico uma dupla serie de rugas formadas pela serra Nevada e montes Rochosos, ligados entre si por planaltos ou pequenas bacias elevadas, e do lado do Atlantico a cordilheira muito menos importante dos Appalaches. Semelhantemente a America do Sul (fig. 2) volta para o Pacifico a vertente mais escarpada da

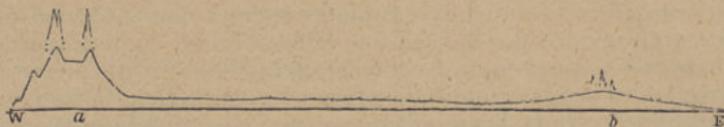


Fig. 2. Corte transversal da America do Sul (segundo J. Dana). E éste; W oeste; *a* cordilheira dos Andes; *b* serras orientaes do Brazil. Entre *a* e *b* acha-se a grande bacia do Amazonas.

grande cordilheira dos Andes, a mais extensa e elevada de toda a America, e para o Atlantico differentes linhas de relevos relativamente pouco consideraveis; enquanto que o centro é occupado pelas bacias hydrographicas dos differentes rios, que irrigam estas regiões.

Na Australia e na Africa vemos egualmente verificadas as leis de Dana e Guyot, embora nesta ultima com menos accentuada evidencia; mas ainda assim a parte mais accidentada apparece-nos ao longo da costa oriental, em frente do oceano mais vasto e mais livre, sendo o seu ponto culminante a grande montanha do Quilima-Njaro, com mais de 6000^m de altitude, a cerca de 290^{chm} a occidente de Melinde.

A complicação é maior ainda na Europa e na Asia, e porisso nos abstemos de entrar aqui em mais desenvolvimentos relativamente a estas duas partes do antigo continente. Podemos contudo accrescentar, que as excepções até hoje oppostas ás leis de Dana e Guyot sam apenas apparentes, e explicam-se attendendo a que a formação de cada cordilheira não é o resultado dum trabalho instantaneo, ou duma revolução violenta, como antigamente se admittia, mas sim o duma acção lenta, exercida durante milhares de annos ou talvez de seculos; e que o estado actual da geographia physica não é mais do que a resultante, a consequencia, doutros estados anteriores, correspondentes a todas as epochas geologicas, que precederam a actual. É necessario attender a que os oceanos occupáram a principio uma superficie muito mais extensa do que nos nossos dias e com um volume d'aguas muito superior, e que, por outro lado, certas porções de terra hoje separadas já estiveram ligadas aos continentes actuaes. É o caso, por exemplo, das ilhas Britannicas. A peninsula Iberica, que hoje se acha separada da Africa pelo estreito de Gibraltar, tambem já esteve ligada directamente a esta parte do mundo antigo.

35. Bathographia oceanica. As sondagens realizadas em diferentes pontos da vastidão dos oceanos mostram, que além dos paralelos de 60° N. e S. a profundidade nunca excede o limite de 2000 braças marinhas ou 3658^m. Entre estes limites de latitude a profundidade média torna-se portanto superior á média (30) tomada para todas as latitudes, e reconhece-se, que a diferença para mais é proximamente igual a 600^m, ou tanto como a altitude média dos continentes.

Além disto, quando se repara na distribuição das grandes profundidades, nota-se que ellas se accumulam no hemispherio septentrional, precisamente onde tambem se manifesta a maior expansão da terra firme, e em pontos situados a pequena distancia da costa. A maior de todas as profundidades medidas até hoje foi encontrada (29) no oceano Pacifico, a E. e a pequena distancia das costas do Japão. No Atlantico sam conhecidos varios pontos de grande profundidade, mas o valor maximo é de 7087^m, e isto tambem muito proximo de terra, a uma distancia inferior a 30 leguas ao N. da ilha de S. Thomaz (Antilhas). O mar das Indias occupa a respeito de profundidade o terceiro lugar, com um maximo de 5523^m entre a costa N. W. da Australia e a serie de ilhas, que se extendem de Java a Timor.

36. Tem-se reconhecido, que nas proximidades das costas o leito do mar prosegue em geral no prolongamento da linha de perfil, em que terminam as terras emersas; de sorte que os territorios marginaes pouco inclinados continuam naturalmente assim pelo interior do mar até uma distancia ás vezes consideravel, ao passo que no caso contrario a profundidade começa logo a augmentar na proporção correspondente, chegando muito depressa até a um maximo.

37. O centro das bacias oceanicas, em vez de ser occupado pelas maiores profundidades, como a principio se presumia, apresenta extensas áreas elevadas, em que a accidação do fundo é relativamente pouco sensivel. Um dos exemplos mais notaveis deste facto é o vasto planalto submarino, que existe ao longo do eixo do Atlantico, com a mesma fórma geral que se nota nas margens dum e doutro lado. Depois de se ligar pelo norte ao planalto, que passa pela Islandia e pelas ilhas Britanicas servindo de limite entre as bacias do Atlantico e do oceano Arctico, dirige-se primeiro para S. W. até proximamente ao meio da distancia, que separa as ilhas de Cabo Verde das Pequenas Antilhas; ahi descreve uma curva rapida, para tomar a direcção da costa do norte do Brazil, e, chegando ao meridiano da ilha da Ascensão, inflecte-se em sentido contrario e continúa o seu trajecto para o sul. Na metade septentrional cruza-se com outro planalto, que vae do cabo Race, na costa da Terra Nova, até ao cabo Clear, na costa da Irlanda, e vem passar pelo archipelago dos Açores; na metade meridional liga primeiro a ilha da Ascensão á de Santa Helena, e estas depois ás ilhas da Trindade, Tristão da Cunha e Diogo Alvares.

O planalto que atravessa o oceano entre a Terra Nova e a Irlanda foi em 1866 aproveitado para o lançamento do primeiro cabo telegraphico transatlantico, donde lhe adveiu a denominação de *planalto telegraphico*. A sua profundidade média é de 3400^m, e a do grande planalto central não vae nunca além de 2500^m.

38. A união entre as duas metades do continente americano faz-se por uma larga faixa limitada lateralmente por duas rugas parallelas, uma formada pelas republicas do Mexico, Guatemala, Honduras, Nicaragua, Costa Rica e Columbia, e a outra pela península da Florida e pelas Antilhas, até ao delta do Orenoque. Na zona central o solo deprime-se em tres bacias principaes, que sam — os golphos do Mexico e Honduras, com profundidades crescentes de 3 a 4000^m, e o mar dos Caraïbas, com 4000^m. As passagens entre as ilhas têm ordinariamente muito menos de 2000^m de profundidade.

39. Semelhante a esta faixa em todos os seus caracteres essenciaes, e com a mesma orientação geral de N. W. — S. E., observa-se no extremo oriental do oceano Indico um extenso agrupamento de ilhas, interceptadas por aguas pouco profundas, entre a costa S. E. da Asia e a costa fronteira da Australia. Apesar da sua apparencia irregular, o estudo das sondagens tem mostrado, que esta ligação é formada por duas series principaes de elevações, com uma zona central mais deprimida e dividida por sua vez em tres bacias, que sam — o mar da China meridional, o mar de Sulú e o mar das Celébes. Estas bacias sam os unicos pontos, em que a profundidade vae além de 2000^m. Os dois cordões lateraes sam formados — o de S. W. pela Indo-China com a península de Malaca e pelas ilhas de Sonda, Bornéo, Celébes e Molucas, e o de N. E. pelas ilhas Formosa e Philippinas. Vê-se assim, que a Australia está para a parte oriental da Asia em relações geographicas perfeitamente analogas ás que existem entre a America do Sul e a America do Norte.

§ 3.º ATMOSPHERA E CLIMAS

40. Atmosphaera. A chymica e a physica ensinam-nos o que é nas suas propriedades elementares o fluido aeriforme, ou antes a mistura de fluidos, que constitue a nossa *atmosphera* e, por este motivo, especificamos com a designação de *ar atmosphérico*. Podemos portanto saber aquillo de que esse ar é capaz como substancia e como corpo. É com estas bases que se constituiu a meteorologia¹, a qual é já um ramo das sciencias historico-naturaes, especialmente da geologia, embora por uma certa conveniencia de estudo, mas principalmente por motivo de rotina, estejamos habituados a vê-la incluída nos cursos de physica. É facil de reconhecer, que

¹ Vide a etym. de meteor, p. 9 nota 3.^a

nem o estudo da Terra seria perfeito sem o estudo da atmosphera, nem a evolução ou a historia desta ficaria comprehensivel, se a destacassemos da do nucleo, que ella envolve e tem com ella uma vida commum. A demonstração cabal desta verdade ha de ir aliás surgindo espontaneamente no nosso espirito, á medida que fôrmos avançando nos dominios da geologia.

Sabe-se que a pressão barometrica decresce progressivamente, quando nos elevamos na atmosphera. O facto é perfeitamente comprehensivel em si, mas o certo é que, raciocinando sobre as suas causas provaveis, os valores a que se chega differem notavelmente dos valores observados. O seguinte quadro contém alguns valores da pressão P expressa em millimetros de mercurio a 0° para varias altitudes A contadas desde o nivel do mar.

A =	0 ^m	P = 760 ^{mm}	
	500	716	44
	1000	674	42
	1500	635	39
	2000	598	37
	4000	475	30,75
	8000	274	25,125
	11000	165	18,167

Os numeros da ultima columna sam as differenças médias de pressão correspondentes a uma variação de 500^m entre os limites expressos na primeira columna, e mostram-nos, que a deminiuição de pressão, posto que não obedeça a nenhuma lei regular, tende a atenuar-se cada vez mais com o augmento da altitude. Se estes resultados se mantivessem proporcionalmente, pelo menos de 10 em 10 kilometros, a pressão média seria igual a 1^{mm} para A = 50^{chm}, e a 0^{mm},001 para A = 100^{chm}.

Seja porém como fôr, a observação parece confirmar a existencia de atmosphera até uma altitude de 65 kilometros pelo menos; além de 100^{chm}, se ainda existe, a sua rarefacção deve ser tal, que não poderá provavelmente produzir effeitos sensiveis para nós. A Lua representa-se-nos inteiramente destituida de atmosphera. Nos espaços interplanetarios a materia acha-se num estado de rarefacção extrema, de que temos conhecimento indirectamente pelo estudo dos phenomenos luminosos e calorificos; neste estado extremo de divisibilidade deu-se-lhe o nome de *ether*¹.

¹ A palavra *ether* é simplesmente a transcripção do gr. *aither*. É neste corpo ideal, universal, imponderavel, extremamente elastico e subtil, que se fundam as theorias modernas da luz, calor, electricidade, magnetismo, e acções moleculares e atomicas; é elle enfim o limite das nossas concepções mais arrojadas acerca da natureza da materia e sua constituição intima.

41. A massa da atmosphera pode calcular-se com uma aproximação mais satisfactoria que a sua espessura, tomando por base do raciocinio o valor total da superficie terrestre (em projecção horizontal) e a pressão média exercida sobre cada unidade de superficie. Esta massa equivaleria assim á dum involucro de mercurio com a mesma base e a altura de 760 millimetros, ou em numeros redondos a 5.232 bilhões de toneladas metricas. Nesta enorme quantidade de gazes entram 1.088 bilhões de toneladas de oxygenio e 2,5 bilhões de toneladas de anhydrido carbonico.

Para se fazer idéa da importancia do CO₂ atmospherico, apesar da sua relativamente pequena percentagem, bastará considerar que uma grande parte da crusta do globo é formada de carbonatos de calcio, magnesio e outros metaes; que é delle que provém a quasi totalidade da substancia organica solida das plantas, e que portanto foi ainda elle a fonte primitiva dos inestimaveis thesouros de combustivel, que a Terra nos offerece, e que nada mais sam do que o residuo da decomposição lenta de plantas, que vivêram em epochas geologicas anteriores á actual.

O vapor d'agua atmospherico dá origem aos nevoeiros, ás nuvens, á chuva e á néve. Para que não existisse absolutamente, seria necessario que se houvesse esgotado a agua na superficie da Terra, que é o seu reservatorio natural. Então a vida tornar-se-hia impossivel, pela falta do vehiculo indispensavel a toda a absorção organica. Além disto o vapor d'agua não só tem a vantagem d'absorver e conservar uma grande quantidade de calor solar, que doutro modo se perderia, mas, por outro lado, oppõe durante a noite uma resistencia maior á irradiação do calor terrestre para os espaços celestes. É assim que nos climas quentes e seccos as noites sam relativamente mais frias que naquelles em que o ar é mais humido. Pela mesma razão as nuvens oppõem um obstaculo forte á perda do calor superficial, e porisso as noites em que o ceo se conserva nublado não costumam ser tam frias como aquellas em que o céu está limpo e brilhantemente estrellado.

42. Causas dos climas. Como tivemos occasião de referir nou-tro logar (25), é do Sol que dimana essencialmente o calor, que sentimos á superficie da Terra. Por consequinte o grau de aquecimento effectivo numa dada região desta superficie e as variações, periodicas ou irregulares, a que está sujeito, ou por outras palavras o *clima* dessa região, depende de duas ordens de condições ou causas elementares — uma por assim dizer *primaria*, porque se refere propriamente á origem do calor, ou antes ás relações da superficie aquecida com a fonte calorifica; e outra *secundaria*, porque apenas diz respeito á receptividade thermica daquella superficie, ao seu maior ou menor poder absorvente e á maior ou menor facilidade da irradiação.

Entre as causas primarias a mais importante é sem duvida a

obliquidade ou normalidade dos raios solares; não só porque com essa obliquidade varia a extensão do trajecto percorrido na atmosphera, e o ar, especialmente quando é humido, sempre absorve uma parte da energia desses raios; mas também porque a parte que tem escapado á absorpção exerce uma acção tanto mais effizaz, quanto menor fôr o angulo de incidencia. A palavra *clima* na lingua grega, donde foi derivada para a linguagem moderna, significava primitivamente *inclinação*, e a sua significação actual proveiu-lhe precisamente deste facto.

Das causas secundárias dos climas a mais importante é o estado physico da parte subjeita ao aquecimento. As terras, mormente quando seccas, aquecem-se muito mais rapidamente do que as aguas, e perdem também muito mais depressa o calor, que têm recebido. Para que a sua temperatura se eleve um certo numero de graus, basta que em média recebam metade do calor, que seria necessario para produzir o mesmo effeito em igual volume de agua.

Depois do estado physico seguem-se outras causas secundarias mais ou menos importantes, como: o grau de aspereza ou lisura da superficie aquecida, assim como a sua cor; a natureza do solo; a sua textura e estado de aggregação molecular; o estado de cultura, e a presença ou ausencia de vegetação; etc.

Taes sam as differentes causas elementares, que influem nas variações climatericas; mas a sua acção é mais complexa do que parece, porque, em vez de actuarem separadamente, combinam-se entre si de todas as maneiras possiveis, e produzem uma tal variedade de casos particulares, que difficilmente se encontrarão dois logares da Terra, cujos climas sejam perfeitamente identicos. É destas causas que derivam as influencias da latitude, altitude, distribuição geographica e uma infinidade doutras.

43. Influencia da latitude. É uma consequencia necessaria da forma da Terra. A direcção cada vez mais obliqua dos raios solares desde ás regiões equatoriaes até ás proximidades dos polos faz com que a acção calorifica e luminosa se enfraqueça no mesmo sentido, posto que em virtude de duas causas differentes. A primeira é a absorpção exercida pelo meio atmospherico, onde os raios se reflectam; a qual será tanto mais intensa, quanto maior fôr a espessura percorrida, e portanto augmentará com a obliquidade da incidencia. A segunda é a perda de calor pela reflexão na superficie das camadas successivas da atmosphera e finalmente na superficie terrestre; perda que é proporcional ao seno do angulo de incidencia.

Este angulo varia para os habitantes do equador entre os limites 0° e $23^{\circ}27'$ durante as differentes epochas do anno; para os outros habitantes da zona torrida entre 0° e $46^{\circ}54'$; para os da latitude de Coimbra entre $16^{\circ}45',5$ e $63^{\circ}39',5$; e assim por diante para os das outras latitudes.

44. Como o angulo¹ formado pelos raios solares, que attingem a superficie da Terra, é apenas de 17",6, podemos sem erro sensivel considerar estes raios como parallelos; donde resulta que em cada instante metade da Terra está sendo aquecida pelo Sol, e a outra metade irradiando para o espaço o calor que possuia. E assim a quantidade de calor adquirida em cada hemispherio durante um anno será positiva, nulla ou negativa, conforme o tempo em que esse hemispherio está voltado para o Sol fôr maior, igual ou menor do que o tempo em que está voltado na direcção opposta.

No hemispherio N., enquanto o Sol se desvia aparentemente do ponto de *aries* para o de *libra*, isto é, desde o começo da primavera até ao começo do outomno os dias sam sempre mais duradouros do que as noites; no resto do anno a differença é a favor das noites. No hemispherio S. succede precisamente o contrario durante os mesmos periodos. Logo o hemispherio N. accumula definitivamente calor solar desde o começo da primavera até ao começo do outomno, o que equivale actualmente a um periodo de 187 dias; e pelo contrario perde-o desde o começo do outomno até ao começo da primavera, o que equivale a um periodo de 178 dias. Os 9 dias, que tem a mais a estação quente, representam pois uma certa quantidade de energia calorifica solar, que o nosso hemispherio accumula de anno para anno.

Mas, como esta differença tende a deminuir muito lentamente até 0, augmentando depois em sentido contrario até um maximo, e decrescendo depois novamente até 0, durante o periodo da precessão dos equinocios², segue-se que o calor solar se reparte desegualmente pelos dois hemispherios, ora a favor dum ora a favor do outro, produzindo desse modo variações de clima em cada região, no mesmo sentido para as regiões do mesmo hemispherio e em sentido contrario para as de hemispherios oppostos. Estas variações não podem deixar de exercer uma influencia notavel nos phenomenos, que se estudam na geologia historica.

45. **Influencia da altitude.** Quando a altitude augmenta, observam-se em geral os mesmos effeitos que com o augmento de latitude, mas ainda numa escala mais rapida. Os phenomenos não podem porém subordinar-se a uma lei regular, o estado hygrometrico do ar, a proximidade de massas de neve ou de gelo, a configuração do solo, a exposição, etc., modificam a influencia da altitude chegando até em certos casos a compensá-la ou a invertê-la. Tem-se observado que ás vezes no inverno os altos vales têm uma temperatura superior á das planicies, que lhes ficam inferiores; citam-se mesmo algumas montanhas, como o *Puy de Dôme*, em França, onde nas noites humidas de inverno se sente mais frio na faldá do que no cume. Nas ascensões aerostaticas têm-se encontrado anomalias semelhantes, temperaturas baixas nas proximidades da superficie da Terra, e por cima duma camada de nuvens uma temperatura consideravelmente mais elevada.

¹ Este angulo é o duplo da parallaxe horizontal do Sol.

² Em numeros redondos 26.000 annos.

46. Influencia da distribuição geographica. O conhecimento das causas elementares da diversificação dos climas (42) é sufficiente para nos prevenir de que á mesma latitude e á mesma altitude os climas não devem apresentar o mesmo caracter nas regiões maritimas e nas regiões continentaes; nos vales e nas planícies descobertas; nos payses montanhosos e nos terrenos pouco accidentados; nas superficies seccas e nas superficies humidas; etc.

As grandes massas d'agua exercem uma acção moderadora sobre as variações da temperatura, não só pela maior lentidão, com que se aquecem ou resfriam, mas tambem pela grande quantidade de calor, que absorvem e se conserva latente no vapor exhalado continuamente á superficie. As camadas d'ar mais proximas, dissolvendo pouco a pouco este vapor, tornam-se menos permeaveis ao calor do Sol e, condensando-se mais tarde pelo abaixamento da temperatura ou pelo augmento da pressão, contribuem para a produção de nevoeiros, chuvas e outros meteoros aquosos. Por outro lado as brisas, que se estabelecem diariamente entre o mar e a terra em virtude do desigual aquecimento das respectivas superficies, dam logar a uma troca reciproca dos effeitos directos do aquecimento solar numa e noutra parte.

A presença das montanhas exerce uma influencia não menos sensível sobre os climas dos valles e planícies mais proximas, tanto pelo calor, que para ahi podem reflectir ou irradiar, como pelo obstaculo, que ahi oppõem a irradiação. O effeito é naturalmente diverso nas duas vertentes oppostas da mesma cordilheira. Assim a serra de Monchique e o maciço denominado do Caldeirão, dirigidos em geral de E. para W., sam muito mais quentes na vertente meridional, que reflecte e irradia para o sul uma parte importantissima do calor que recebe, do que na vertente septentrional, cuja acção é até certo ponto contrária ao aquecimento. Além disto estas serras abrigam a região vizinha do Algarve da acção dos ventos frescos e seccos do norte, e a região vizinha do Alentejo da acção dos ventos quentes e humidos, que sopram do sul.

§ 4.º CORRENTES OCEANICAS E ATMOSPHERICAS

47. Correntes oceanicas. Além dos movimentos ondulatorios periodicos e accidentaes, a que estão sujeitas as aguas do mar, observam-se tambem nestas extensos movimentos de translação produzidos pela desigual evaporação nos diversos pontos da superficie, pelas differenças de temperatura e de densidade, e enfim pelo affluxo, tambem desigual das aguas das chuvas, dos rios e da fusão dos gelos. Todas estas causas reunidas dam logar ao importantissimo phenomeno das correntes oceanicas.

Ha correntes constantes e variaveis, quentes e frias, horizontaes e verticaes, superficiaes e profundas. As mais conhecidas sam as superficiaes, mas presume-se que, para restabelecer o equilibrio, a cada corrente superficial deve corresponder outra profunda, parallela e em sentido contrario. A primeira é considerada como principal; a segunda denomina-se *contra-corrente*.

Podemos reduzir todas as correntes constantes da superficie a uma grande *corrente quente equatorial*, no sentido de lèste para oeste, e duas *correntes frias polares*, irradiando de cada um dos oceanos glaciaes para o Atlantico, para o Pacifico e para o Indico. Quando qualquer dellas encontra um obstaculo, reflecte-se e divide-se, indo cada um dos ramos constituir uma corrente derivada. Como exemplo, vejamos o que se passa no oceano Atlantico.

48. Quando a grande corrente equatorial encontra as costas orientaes da America, experimenta ahi a primeira bifurcação. O ramo mais volumoso dirige-se para N. W. e N. affastando-se um pouco da costa do Brazil por causa da corrente do Amazonas, passa em frente da costa das Guyanas, Venezuela, Columbia e America Central, e entra assim no golpho do Mexico. Dahi por diante toma o nome de *corrente do golpho* ou *gulf-stream*.

Ao sair do golpho costeia a ponta meridional da Florida, inflecte-se em seguida para o norte, e toma pouco depois uma direcção diagonal em relação ao Atlantico, indo passar ao norte das Bermudas, até que na altura dos Açores se divide em dois ramos principaes. Um delles o mais septentrional, dirige-se por entre a Gran-Bretanha e a Islandia e segue para os mares arcticos, banhando no seu trajecto as costas occidentaes da Escandinavia; o outro, o mais meridional, approxima-se da costa occidental da peninsula Iberica, banha esta costa no sentido de N. para S. e vem incorporar-se novamente na grande corrente equatorial, depois de ter dado origem a um pequeno ramo, que entra pelo estreito de Gibraltar. A parte principal do ramo meridional banha as ilhas da Madeira, Canarias e Cabo Verde, assim como uma parte da costa occidental da Africa.

Todo este complicado systema de correntes pode resumir-se numa corrente unica formando um circuito fechado entre o parallelo dos Açores, o equador e as duas margens oppostas do Atlantico, e emitindo ramos tangenciaes em differentes direcções. O sentido do movimento é *dextrorsum*, isto é, egual àquelle em que se movem os ponteiros dos relógios. No centro fica uma área approximadamente elliptica coberta de çargassos e outras plantas marinhas em tal quantidade, que os nossos antigos marinheiros deram-lhe o nome de *mar-de-çargassos*.

49. A parte sul da grande corrente equatorial, depois de haver banhado durante algum tempo a costa do Brazil, desvia-se na sua maior parte através do oceano, passando pela ilha de Tristão da Cunha, para se inflectir de novo para o norte e seguir ao longo da costa d'África, até encontrar outra vez a corrente equatorial. Neste

precurso temos uma nova corrente em circuito fechado, mas agora em sentido contrario ao da corrente do norte, isto é, em sentido *sinistrorsum*.

50. Em geral as correntes maritimas, que existem nas differentes bacias, tendem a distribuir-se em systemas formando circuitos fechados, ora num sentido ora no outro, mas pela maior parte *dextrorsum* no hemispherio norte e *sinistrorsum* no hemispherio sul.

Nos pontos onde concorrem duas correntes em sentido inverso, ou onde o movimento duma corrente é contrariado por ilhotas ou escolhos, formam-se redemoinhos, como succede em menores proporções nas correntes dos rios. Os exemplos mais notaveis deste phenomeno sam os dois sorvedouros de Scylla e Charybdis, respectivamente a E. e a W. do extremo septentrional do estreito de Messina; e o sorvedouro de Maelstrom, a N. W. da Escandinavia, perto da extremidade S. W. das ilhas Lofoden.

51. Correntes atmosfericas. Pelo aquecimento desigual dos differentes pontos da superficie da Terra, o ar em contacto com ella dilata-se tambem mais nuns pontos do que noutros, dando isto logar a successivas rupturas d'equilibrio, que tendem a restabelecer-se por meio de correntes, ora horizontaes, ora verticaes, entre os maximos e os minimos de pressão. É a estas correntes que damos o nome de *ventos*.

Ha uma grande analogia entre as correntes aereas e as correntes maritimas. Tanto numas como nas outras a causa immediata é uma differença de pressão, embora as causas mediatas não actuem sempre do mesmo modo e ao mesmo tempo nos dois meios; mas em todos os pontos, em que as suas superficies se acham em contacto, o movimento transmite-se constantemente duma para a outra. Daqui a sua influencia reciproca, aliás reconhecida.

Além disto as camadas d'ar, que assentam sobre os oceanos, principalmente nas latitudes proximas do equador, humedecem-se com a agua, que ahi se evapora, e transportam-na para as regiões continentaes, onde a depositam ordinariamente em forma de chuva. Mais tarde esta agua é restituída pelos rios e torrentes ao seu reservatorio primitivo. É assim que na Europa os ventos de S. W. sam em geral portadores de chuva, porque, tendo atravessado uma grande extensão do Atlantico em paragens mais quentes do que as nossas, chegam ao continente carregados de vapor d'agua, que então se condensa e produz chuva.

Com a precipitação deste vapor coincidem dois phenomenos concordantes nos seus effeitos, a saber: 1.º o desenvolvimento duma certa quantidade de calor, que passa do estado latente para o sensivel; 2.º uma deminuição de pressão, em parte proveniente da massa de vapor, que deixa de existir na atmosphera, em parte do desenvolvimento calorifico concomitante da condensação. Donde a regra geral: *que uma descida subita do barometro indica tempo*

humido, chuvoso, e uma subida annuncia, pelo contrario, bom tempo, ceo limpo. Mas contra esta regra existem um grande numero de causas, que nem sempre sam faceis de prever, e que podem modificar muito os resultados.

52. Quando os ventos, que trazem vapor d'agua, sam oriundos de regiões mais frias, a passagem para um meio mais quente faz dilatar o ar e augmentar a capacidade de saturação, e porisso estes ventos, ou produzem pouca chuva, ou actuam até como exsicca-dores. É principalmente por esta razão que na nossa provincia do Algarve, cuja superficie é fortemente aquecida pelo calor directo do Sol e pelo que se reflecte na vertente meridional das serras do Caldeirão e de Monchique, se vêem ás vezes passar massas de nuvens, transportadas pelos ventos dominantes do oceano, sem que se produza a menor parcella de chuva.

53. É facil de verificar, que as variações de temperatura sam a causa primordial das oscillações do barometro, e portanto dos ventos. Entre os tropicos, onde a temperatura é tam pouco sujeita a variações acci-dentaes, a pressão varia com uma precisão quasi pendular entre maxi-mos e minimos muito regulares; nas altas latitudes, pelo contrario, onde as variações de temperatura sam mais consideraveis, é tambem mais consideravel a amplitude das oscillações barometricas accidentaes. Do mesmo modo no estio, em que a temperatura em geral varia pouco, as desigualdades da pressão e os desequilibrios atmosfericos sam menos frequentes e menos fortes que durante os meses de inverno.

Nas regiões mais aquecidas o ar dilatado, e porisso mais leve, ascende para as camadas superiores da atmosphera, onde se espalha; ao passo que na parte inferior a deminuição de pressão, resultante do ar que subiu, tende a ser equilibrada por correntes d'ar fresco, que ahi affluem, como em ponto pequeno se observa na *tiragem* das chaminés.

54. BRISAS. Offerecem-nos um exemplo muito vulgar deste phenomeno as *brisas*, que se sentem diariamente nas costas maritimas (46) e particularmente nas ilhas das latitudes pouco elevadas. Algumas horas depois de Sol nado começa uma tenue aragem do lado do mar, a *brisa do mar*, porque a terra firme ao contacto dos raios solares se aquece muito mais facilmente do que a agua. Então o ar aquece-se tambem, torna-se menos denso e eleva-se em columna até uma altura desconhecida, formando na base um centro d'aspiração, aonde o ar vizinho do mar tende a affluir. A brisa começa por se manifestar apenas junto da costa, mas pouco depois augmenta, e sente-se então a uma distancia maior.

Nas partes mais elevadas da atmosphera succede precisamente o contrario do que se passa á superficie. A pressão augmenta no ponto, em que termina a columna ascendente terrestre, e diminue sobre o mar, onde se estabelece a aspiração do ar frio das regiões

superiores; o que dá em resultado uma contra-corrente superior dirigida da terra para o mar.

Entre as 2 e 3 horas da tarde a intensidade da corrente tem atingido o seu maximo, e começa logo a diminuir até um minimo proximo da hora do occaso. Depois o mar e a terra começam a refrescar pela irradiação para o espaço; mas, como a perda de calor é mais energica sobre a terra, o ar ahí resfria-se e condensa-se mais depressa, formando-se então uma brisa em sentido contrario, isto é, uma *brisa de terra*.

55. VENTOS ETESIOS¹. Denominam-se assim os ventos regulares, que nas costas do Mediterraneo sopram da Europa para a Africa durante a estação quente, e da Africa para a Europa durante a estação fria. A causa é semelhante á que produz as brisas, sendo agora o Sáhara que se aquece mais fortemente e actua como centro d'aspiração. A transição dum etesio para outro, posto que não seja momentanea, estabelece uma epocha critica para a navegação do Mediterraneo, por causa das calmarias e ventos variaveis e sobretudo pelos conflictos de ventos opostos, que a acompanham. É a quadra em que sam mais frequentes e temiveis as tempestades.

56. ALISIOS E MONÇÕES. Abaixo do paralelo de 29° N. sobre o oceano Atlantico e 25° N. sobre o Pacifico o vento sopra constantemente no sentido geral de N. E. para S. W., desviando-se porém pouco a pouco para occidente, até que á latitude de 10° ou 12° toma finalmente o sentido de E. para W. No hemispherio sul existe semelhantemente um vento constante, mas agora de S. E. para N. W., inflectindo-se como o primeiro gradualmente para occidente, até attingir o sentido de E. para W. Estes ventos sam conhecidos com o nome de *alisios*.

Como se vê, ha uma analogia notavel entre a trajetoria dos alisios e a das correntes oceanicas á mesma latitude, e o encontro dos alisios dos dois hemispherios produziria como nos oceanos uma grande corrente equatorial de E. para W., se não fôsse o forte aquecimento da Terra sobre o equador thermico, dilatando o ar em contacto com ella e obrigando-o, pela sua menor densidade, a deslocar-se para as camadas superiores da atmosphaera. A corrente ascendente exerce a sua acção na trajetoria dos alisios, chegando quasi a annullar a tendencia delles de E. para W. Fôrma-se assim uma *zona de calmarias* permanentes numa faixa de 6° de largura média, toda situada ao norte do equador, em razão da configuração especial dos continentes actuaes.

A persistencia das calmarias parece que chegou a inquietar seriamente a tripulação pouco experimentada de Christovam Colombo, a qual, vendo a difficuldade com que as caravelas avançavam, receou que não só lhe fôsse brevemente impossivel o proseguir, mas até o regressar á Hespanha.

Nestas paragens o menor accidente basta para perturbar a tranquillidade, apenas apparente, da atmosphaera. Vêem-se succeder com frequencia a uma *calmaria podre* tempestades violentissimas acompanha-

¹ Os gregos chamavam-lhes *etesiai*, de *étos* anno.

das de fortes trovões, relampagos e chuvas torrencias. Surgem a cada passo os furacões rotatorios, tam temidos dos viajantes e a que os hespanhoes applicáram o significativo nome de *tornados*. Os *cyclones*¹ sam uma especie de *tornados*, em que o vento descreve um circulo completo.

Estes conflictos meteoricos contrastam com a tranquillidade e pureza da atmosphaera nas regiões dos alisios dos dois hemispherios: o ceo quasi sempre sereno e claro, e o horizonte limpido, sobre um mar geralmente bonançoso, em que o azul escuro das ondas faz sobresair a alvura purissima das cristas de espuma.

Com o concurso dos alisios e das córrentes permanentes do oceano a navegação em certas paragens é tam segura, que os navios pouco mais têm a fazer do que deixar-se conduzir passivamente. Por espaço de dois seculos os famosos galeões hespanhoes percorriam quasi em linha recta a distancia, que vae de Acapulco, no Mexico, a Manilha, nas Philippinas, aproveitando ao mesmo tempo a corrente equatorial do norte do Grande Oceano e o alisio, que alli sopra regularmente de E. para W. E com tanta confiança o fizeram sempre, que esse mar veiu mais tarde a merecer a designação de *Pacifico*.

57. O ar, que pela influencia dos raios solares produz sobre o equador thermico uma columna rarefeita ascendente, como em chaminé cyclopica, estabelece ali um centro d'aspiração, aonde afflue o ar das regiões vizinhas e mais frias, o qual se desloca successiva e continuamente dum e'outro lado gerando duas correntes oppostas e convergentes, que, se a Terra estivesse parada, seguiriam naturalmente pelo caminho mais curto dos polos para o equador, approximando-se portanto da direcção dos meridianos. Nas regiões superiores da atmosphaera, pelo contrario, as correntes seguiriam no sentido do equador para os polos approximando-se tambem o mais possivel dos meridianos.

Mas, como a Terra, em vez de estar em repouso, obedece na realidade a um movimento de rotação em 24 horas, cada uma das suas particulas descreverá neste periodo um circulo, cujo raio é a distancia que a separa do eixo de rotação. É claro que esta lei é independente do estado physico, e que portanto o ar participará do mesmo movimento.

A forma globular da Terra mostra-nos por outro lado, que a circumferencia descripta num dado tempo por qualquer ponto da sua superficie augmenta gradualmente dos polos para o equador na razão directa do coseno da latitude. Portanto as massas d'ar, passando duns paralelos para outros, em que a velocidade de occidente para oriente é cada vez mais accentuada, vam-se atrasando cada vez mais, e desviando porisso para occidente. Eis a razão, porque o alisio do nosso hemispherio, que na origem deve dirigir-se de N. para S., se desvia pouco a pouco para occidente, passando pela direcção N. E. — S. W. e fixando-se afinal na de E. para W. Do mesmo modo o alisio do outro hemispherio, que na origem deve dirigir-se de S. para N., desvia-se pouco a pouco para occidente, até se converter egualmente num vento de E. para W. Nas regiões superiores da atmosphaera as trajetorias serám evidentemente as mesmas, mas o sentido será o opposto.

A differença de sentido entre os alisios e as suas contra-correntes superiores é um facto, que a observação mais duma vez tem permitido

¹ Do gr. *cúclos* circulo.

verificar. A 25 de fevereiro de 1835, durante uma erupção do vulcão de Cosiguina, no extremo N. W. do estado de Nicaragua (America Central) as cinzas, chegando á altura do contra-alisio, fôram depositar-se na Jamaica, cuja situação é para o lado de N. E., isto é, em sentido contrário do alisio, que sopra nestas regiões.

O ar quente, que entra na constituição dos contra-alisios, ou alisios superiores, á medida que se vae affastando do equador e percorrendo espaços successivamente mais frios, condensa-se, e tende porisso a descer para a superficie da Terra; de sorte que além duma certa latitude as duas correntes contrárias deixam de se propagar sobrepostas, para se acompanharem lado a lado, com tendencia a deslocarem-se mutuamente. No cume de Tenerife (28°20' de lat. N.) domina quasi sempre o vento de W., que é o contra-alisio, enquanto que ao nivel do mar sopra o alisio, no sentido de E. para W. Não é raro tambem em diversas latitudes verem-se as nuvens correndo nas regiões superiores da atmosphera em sentido contrário dos ventos, que se sentem á superficie do globo.

58. No oceano Indico esta disposição dos alisios modifica-se durante os meses de abril a outubro, correspondentes á estação mais quente, porque então os raios solares aquecendo muito fortemente a superficie do solo, fazem com que o ar ahi se dilate mais do que no mar, e suba por conseguinte formando um centro de aspiração, aonde afflue uma corrente regular de S. W. Durante este periodo a região das calmarias desaparece entre Madagascar e a Australia, e o alisio de S. E., que sopra no hemispherio sul, inflectindo-se pouco a pouco nas proximidades do equador, liga-se directamente áquella corrente de S. W. Durante o resto do anno esta causa cessa, voltando as coisas ao seu estado normal, isto é, predominando então o alisio de N. E., como no Atlantico e no Pacifico, separado do alisio do hemispherio sul pela zona das calmarias equatoriaes. Estes ventos alternados, que no mar das Indias sopram de S. W. durante a estação mais quente e de N. E. durante a estação fria, sam os que habitualmente se designam por *monções do mar das Indias*.

59. VENTOS DAS ALTAS LATITUDES. Já sabemos, que para além dos limites exteriores da região classica dos alisios se propagam lado a lado (57) o alisio propriamente dito e a continuação do contra-alisio, que tem descido das altas regiões da atmosphera para a superficie da Terra. Da combinação das duas tendencias, mais ou menos modificadas pelo encontro dos relevos terrestres, resulta ora o predominio duma dellas, ora uma corrente nova, que pode aliás seguir qualquer dos outros rumos da rosa dos ventos.

Na maior parte dos payses do occidente da Europa os ventos dominantes sam os de S. W., particularmente na Inglaterra; mas em Coimbra predominam os ventos entre W. N. W. e N. N. W. Os ventos mais pluviosos sam os que têm feito uma travessia mais longa por cima do oceano, principalmente os de S. W., que encontram o continente depois de haverem percorrido uma vasta região maritima em climas mais quentes do que os nossos. Por este motivo e pelo calor, que é posto em liberdade no acto da condensação do vapor transformado em chuva, estes ventos sam ao mesmo tempo os mais amenos; ao passo que os de N. E., pelo contrário, sam sempre seccos e frios.

60. Rotação dos ventos. Tem-se reconhecido que, na Europa e nas

costas occidentaes da America septentrional, quando um vento cessa, para dar lugar a outro, a substituição faz-se geralmente no sentido *dextrorsum* (fig. 3). Nas costas orientaes, sobretudo no inverno, a regra geral é o contrario. Este phenomeno é uma consequencia do deslocamento, que experimentam os centros de depressão barometrica pela influencia de causas principalmente locaes. É porisso que o sentido da rotação não é o mesmo em todas as estações, nem em todos os pontos situados á mesma latitude. A regra mais geral, que pode talvez enunciar-se, é que os ventos tendem a seguir um movimento gyratorio espiralado, divergente em torno dos centros de maxima pressão atmospherica e convergente em torno dos centros de maxima depressão.

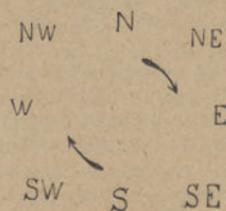


Fig. 3

METALLOLOGIA

NOÇÕES GERAES

61. Distincção entre os corpos brutos e os seres organizados.

Os corpos brutos naturaes comprehendem os mineraes e as rochas, cujas analogias e differenças foram já indicadas noutro logar (11). Agora insistiremos especialmente na distincção entre os corpos brutos e os seus organizados.

Quando comparamos os seres inorganicos com os seres vivos, prestando pouca attenção aos que occupam os infimos graus das escalas phytologica¹ e zoologica, as differenças parecem evidentes e absolutas entre uns e outros. Linneu, o celebre medico e naturalista sueco do seculo xviii (1707-1778), o fundador da botanica systematica, exprimiu assim, em fórma aphoristica, os caracteres mais salientes destas tres divisões, a que elle applicou o nome de *Reinos da Natureza*: — *Mineralia crescunt; vegetabilia crescunt et vivunt; animalia crescunt, vivunt et sentiunt.*

Com effeito, entre os seres brutos e os seres vivos a differença essencial reduz-se ao conjuncto das condições indispensaveis para o exercicio daquillo a que chamamos *vida*, cuja séde se encontra nas transformações continuas duma substancia muito complexa, formada de principios albuminoides, o *protoplasma*. Todos os corpos vivos, animaes ou vegetaes, encerram na sua composição esta substancia fundamental.

Os seres vivos não podem prolongar a sua existencia durante um prazo indefinido, depois dum certo cyclo de phenomenos, que

¹ Do gr. *phytón* planta.



se repetem pela mesma ordem em todos os individuos semelhantes, a *morte* sobrevém como consequencia necessaria; o protoplasma deixa de desempenhar as suas funcções, decompõe-se, e os seus elementos passam a fazer parte doutros seres vivos, ou revertem para o mundo inorganico, donde provieram. Mas é um erro suppôr, que os corpos brutos têm uma existencia indefinida, nada na Natureza se subtrah á lei da circulaçãõ continua da materia. O equilibrio molecular de todos os corpos não depende apenas das qualidades dos seus atomos ou das suas moleculas, mas tambem das condições do meio, em que se acham; variando este meio, como realmente varia, os corpos mudam, modificam-se, transformam-se de todas as maneiras possiveis. Ha mineraes que, para se conservarem nas collecções dos nossos museus, carecem de cuidados especiaes, e todos elles mais ou ou menos se deterioram com o tempo.

Os actos caracteristicos da vida dos animaes e das plantas simplificam-se ao extremo nos organismos inferiores, *organismos sem orgãos diferenciados*, porque se reduzem a porções informes de protoplasma. Os phenomenos da vida destes seres não sam nem mais complicados nem mais difficeis de comprehendendo do que os phenomenos, que acompanham e caracterizam a crystallizaçãõ das substancias inorganicas. As experiencias modernas sobre a crystallizaçãõ têm revelado grande numero de factos, que se ignoravam e nos obrigam hoje a modificar profundamente as idéas, que ainda ha pouco circulavam na sciencia acerca das differenças entre corpos brutos e seres organizados; neste ponto, como sempre, a Natureza não procede por operações dicontinuas, mas sim por gradações insensiveis, *Natura non facit saltus*.

62. Os mineraes sam especies chymicas definidas? A idéa de especie chymica apresentou-se ao nosso espirito desde que imaginámos os corpos constituídos de atomos e moleculas. Ha tantas especies chymicas, quantas as especies de moleculas que podemos distinguir, já pelo numero e natureza dos atomos, já simplesmente pelo arranjo ou disposiçãõ desses atomos; por outras palavras, um dado peso duma especie chymica corresponde a um numero certo e determinado de atomos de natureza absolutamente definida e invariavelmente relacionados entre si. O numero das especies chymicas possiveis, por maior que se afigure á nossa imaginaçãõ, deve necessariamente ser limitado; visto que os atomos não podem combinar-se uns com os outros em todas e quaesquer proporções, mas sómente em proporções definidas e em harmonia com outras leis, que na chymica se estudam.

63. A idéa de mineral obedece a um criterio inteiramente diverso, mas tambem muito mais complexo. É um erro muito vulgar, mesmo entre pessoas que reputamos instruidas, o confundir os mineraes com as especies chymicas. Pela simples razãõ, que a substancia de muitos mineraes se pode representar *aproximada-*

mente por fórmulas semelhantes ás de outras tantas especies chymicas, não é logico affirmar-se, que as duas idéas sam identicas entre si.

Raras vezes ou, melhor, apenas excepcionalmente a Natureza nos offerece substancias absolutamente puras. Os mineraes sam quasi sempre misturas de corpos, e dahi resulta que a analyse de diferentes exemplares do mesmo mineral nem sempre nos conduz precisamente aos mesmos resultados; muitos mineraes têm uma composição de tal modo complexa e variavel, que é impossivel representá-los por fórmulas chymicas definidas, e ainda os que se podem representar assim estão muito longe de corresponder á fixidez de composição, que essas fórmulas representam aos olhos dum chymico. Nos casos, realmente raros, em que os exemplares naturaes correspondem a um corpo chymicamente puro ou quasi puro, o estado molecular, e com elle um numero maior ou menor de propriedades physicas, sam sufficientes para distinguir o mineral das substancias artificiaes cuja composição é identica. Ora o metallologista deve considerar os mineraes como seres historico-naturaes, isto é, com as propriedades que elles realmente têm, e não com outras.

64. Estado molecular dos mineraes; fôrma e textura. Os mineraes, nas circumstancias ordinarias em que os observamos, apparecem-nos no estado solido; só fazem excepção os gazes da atmosphera, a agua e os hydrocarbonetos naturaes do grupo do petroleo. Daqui vem o dizer-se, dum modo geral, que elles possuem texturas proprias e fôrmas exteriores intimamente relacionadas com essas texturas; mas estes dois caracteres não sam exclusivos dos mineraes, pertencem por egual a todo e qualquer corpo solido.

A textura consiste no arranjo particular, que tomam as differentes moleculas, para se poderem manter em equilibrio umas com as outras e com as influencias exteriores; a fôrma é naturalmente uma consequencia desse mesmo equilibrio. Das combinações variadissimas, que podem affectar as influencias exteriores, resulta que a textura e a fôrma variam parallelamente para cada corpo, e que as modalidades de textura e de fôrma devem achar-se em correlação com as condições de formação de cada mineral.

65. É claro que a textura não se nos revela nunca directamente, visto que as moleculas sam demasiadamente pequenas para se tornarem perceptíveis, mesmo com os microscopios mais poderosos; mas podemos reconhecê-la indirectamente pelo aspecto exterior do mineral e pelo exame das suas differentes propriedades physicas. Se esse aspecto e essas propriedades sam absolutamente identicos por todos os lados do exemplar e em todas as direcções e sentidos, como succede sempre nos liquidos e nos gazes, nós, por analogia com o que admittimos nestes dois estados physicos, admittimos egualmente que as moleculas não obedecem a nenhuma

orientação regular e se acham indifferentemente em todas as posições possíveis; no caso contrario, suppomos que as moleculas obedecem a uma orientação mais ou menos perfeita, e que as differenças observadas no aspecto ou nas propriedades physicas sam a consequencia directa dessa orientação. No primeiro caso dizemos, que o mineral se acha no *estado amorpho*, e no segundo no *estado crystallino*.

Este ultimo denomina-se ás vezes *macro-crystallino* ou *phanero-crystallino*, quando o exame das propriedades que o põem em evidencia não exige o emprego do microscopio; e *micro-crystallino* ou *crypto-crystallino*, quando o reconhecimento se faz com o microscopio. Mas esta distincção é meramente empirica e convencional. O estado amorpho costuma tambem especificar-se com o qualificativo de *colloide* ou *vitreo*, quando o mineral tem a apparencia e a translucidez da colla ou aspecto semelhante ao do vidro ordinario.

66. Tendencia para o estado crystallino. O estado crystallino parece representar uma tendencia geral de todos os corpos no estado solido. Ha muitos mineraes que não se encontram senão nesse estado; outros apparecem ás vezes no estado amorpho, mas tambem com mais ou menos frequencia no estado crystallino. A opala é talvez o unico mineral que parece fazer excepção a esta lei, porque ainda não foi possível verificar nella nenhum caracter certo do estado crystallino.

67. Fórmãs e texturas regulares e irregulares. Desde o estado amorpho até ao estado crystallino perfeito a disposição molecular passa, mais ou menos rapidamente, por uma infinidade de phases intermediarias, cujo fim é a completa orientação de todas as moleculas do mineral. Só então é que este se pode considerar perfeitamente crystallizado; a superficie livre apresenta fórmãs polyedricas, geometricamente definiveis, e o estudo das propriedades physicas e chymicas revela-nos, que a disposição interna concorda rigorosamente com as propriedades geometricas exteriores. A essas fórmãs dá-se porisso a denominação geral de *fórmãs regulares*, e ás texturas correspondentes a de *texturas regulares*. Em contraposição, quando o estado crystallino é menos perfeito e as fórmãs não sam susceptiveis de definição geometrica precisa, tanto estas como as texturas que lhes correspondem têm a designação de *irregulares*.

68. Divisão da metallologia. O estudo da metallologia pura comprehende: 1.º a investigação das differentes propriedades de todos os mineraes e os meios de as observar; 2.º a distribuição methodica dos mineraes, conforme as suas analogias e differenças, e a descripção de cada um em separado. A primeira parte denomina-se *metallologia geral*, e a segunda *metallologia especial*.

METALLOGIA GERAL

69. As propriedades dos mineraes, ou se referem á fórma (*morphologicas*), ou á textura (*physicas*), ou á substancia (*chymicas*); donde a divisão da metallogia geral em *morphologica*, *physica* e *chymica*.

Obs.: Algumas vezes, por conveniencia do methodo, considera-se como corpo de doutrina separado o estudo dos mineraes perfeitamente crystallizados, e dá-se a esta secção o nome de *crystallographia*, com uma divisão parallelá á da metallogia geral, isto é, em *morphologica*, *physica* e *chymica*. Num sentido mais restricto dá-se apenas o nome de *crystallographia* á parte *morphologica*, e reúne-se a *crystallographia physica* e a *crystallographia chymica* respectivamente á *metallogia physica* e á *metallogia chymica*. É assim que se procede na maior parte dos tratados de metallogia.

METALLOGIA MORPHOLOGICA

70. **Fórmás individuaes e grupamentos.** Na metallogia morphologica temos a considerar as *fórmás individuaes* ou *crystaes simples*, e os *grupamentos de fórmás*. Tanto as fórmás individuaes como os grupamentos podem ser *regulares* ou *irregulares*, conforme estiverem ou não subordinados ás leis geometricas.

71. **Crystallização em massa.** Quando a textura dum mineral é crystallina e a fórma exterior não pode desenvolver-se, por a sua massa se achar encravada por todos os lados entre massas resistentes doutros mineraes ou rochas, o mineral diz-se *crystallizado em massa*, e neste caso pode ainda a crystallização ser regular ou irregular, conforme a perfeição da textura. O *espatho d'Islandia* é um bom exemplo de crystallização regular em massa.

72. **Individuo; variedade; especie.** Alguns metallogistas, no intuito de assimilarem o mais possivel o estudo da metallogia ao da botanica e da zoologia, têm pretendido applicar tambem aos mineraes a noção de *individuo*. Nos mineraes crystallizados podemos talvez sem grande esforço designar por este nome as menores porções de massa, em que elles manifestam ainda todos os caracteres essenciaes da fórma e da textura, e é com effeito esta a signifi-

ficação mais commum que os metallogistas dam á palavra *individuo* (70). Mas esta significação é mais difficil de generalizar aos mineraes crystallizados em massa, e muito mais aos mineraes amorphos. Se quisermos referir-nos simultaneamente a todos os estados physicos dos mineraes, a unica definição que podemos dar é que — *o individuo mineralogico é a menor porção do mineral, em que reside o complexo dos caracteres, que o distinguem*. O *individuo* toma deste modo uma significação até certo ponto analogá da molecula physica ou da molecula chymica.

Os individuos em que entram os mesmos elementos materiaes, aggregados do mesmo modo e na mesma proporção, constituem uma *variedade*. A reunião de variedades eguaes em composição, e mais semelhantes entre si do que a qualquer outra variedade, eleva-nos á idéa de *especie*.

MORPHOLOGIA REGULAR

Fórmás individuaes

73. Elementos geometricos e symetria das fórmás. *Um crystal simples (70 e 72) e perfeito tem sempre a fôrma de um polyedro convexo, com faces planas, e portanto com arestas rectilíneas.*

Para que duas ou mais faces da mesma fôrma possam considerar-se *crystallographicamente homologas*, é necessario e basta, que apresentem propriedades geometricas e physicas identicas e occupem posições analogas no crystal. Da intersecção reciproca de faces respectivamente homologas, em egual numero e dispostas pela mesma ordem resultam *arestas* tambem *homologas* e *angulos solidos homologos*.

Em qualquer fôrma crystallina normalmente desenvolvida os elementos homologos entre si sam todos equidistantes dum ponto interior, chamado *centro do crystal*.

74. A symetria das fórmás crystallinas pode referir-se ao centro do crystal, ou a linhas rectas passando pelo centro, ou a planos passando egualmente pelo centro. As linhas e os planos, que se empregam para este fim, denominam-se respectivamente *eixos crystallographicos*, e *planos de symetria* ou *secções principaes*¹.

Os eixos crystallographicos sam linhas, rectas que passam pelo

¹ Segundo alguns auctores a noção de *secção principal* é differente da de *plano de symetria*, e pode definir-se — a secção duma fôrma por um plano, que passa pelo centro e não intercepta nenhuma das arestas.

centro do crystal e terminam dum e doutro lado nos vertices de dois angulos oppostos, nos centros de duas faces oppostas ou nos centros de duas arestas oppostas. Daqui respectivamente eixos de 1.^a especie, de 2.^a e de 3.^a Mas a classificacão mais importante dos eixos crystallographicos refere-se á sua symetria, que pode ser *binaria*, *ternaria*, *quaternaria* ou *senaria*, conforme o crystal, durante uma rotaçãõ completa em torno duma destas linhas, occupa exactamente os mesmos pontos do espaço duas, tres, quatro ou seis vezes; por ex.: o eixo dum prisma que tenha por base um rhombo tem *symetria binaria*, ou é *binario*; o dum prisma triangular regular tem *symetria ternaria*, ou é *ternario*; o dum prisma quadrangular regular tem *symetria quaternaria*, ou é *quaternario*, e o dum prisma hexagonal regular tem *symetria senaria*, ou é *senario*. Os eixos crystallographicos, que não satisfazem a nenhuma destas condições, dizem-se *asymetricos*.

Os planos de symetria, como o proprio nome o indica, dividem a fórma em duas metades symetricas, e para isso devem necessariamente passar pelo centro e ser perpendiculares a um eixo de symetria. Toda a fórma em que não houver um eixo, que tenha pelo menos symetria binaria, carece de planos de symetria.

75. Simplificacão theorica das fórmãs. As fórmãs individuaes dizem-se *elementares* ou *simples*, quando as suas faces sam todas homologas entre si (73). As que não se acham neste caso sam *complexas* ou *compostas*, e consideram-se como combinações de tantas fórmãs simples, quantas as especies de faces que comprehendem. Assim o cubo e o tetraedro regular sam fórmãs elementares; o prisma hexagonal regular, como se considera na geometria synthetica, é uma fórma complexa, porque as bases não sam homologas das faces lateraes. É porisso que em crystallographia os *prismas* se consideram indefinidos na direcçãõ do seu eixo. A fórma limitada unicamente pelas duas bases é indefinida em todas as outras direcções designa-se pelo nome de *basipinacoides* ou *pinacoides basicos*.

Obs. 1.^a: Em geral, chama-se *pinacoides*¹ á fórma limitada por dois planos parallelos entre si e a dois eixos crystallographicos.

Obs. 2.^a: As fórmãs que não limitam completamente o espaço, como os prismas e os pinacoides, chamam-se em crystallographia *fórmãs abertas*, em contraposiçãõ das restantes, que se denominam *fórmãs fechadas*, como o cubo e o tetraedro.

76. Classificacão das fórmãs elementares; systemas crystallographicos. Para classificar as fórmãs elementares, podemos at-

¹ *Pinax*, th. *pinac* tábuã, e *eidos* aspecto, apparencia.

tender directamente á sua symetria exterior, ou indirectamente aos eixos crystallographicos, que a definem (74); mas neste ultimo caso, que é o mais comodo, o problema simplifica-se ainda, por que não temos necessidade de considerar simultaneamente todos os eixos, de que as differentes fórmulas são susceptíveis; para a grande maioria bastam-nos apenas tres eixos, e em nenhum caso são necessarios mais de quatro.

Posto isto, as fórmulas dividem-se primeiro em *monometricas* ou *isometricas*, *dimetricas* e *trimetricas*, conforme estes eixos são eguaes em comprimento, ou apresentam dois ou tres comprimentos diversos. Estes tres grupos subdividem-se depois, formando ao todo seis classes irreductiveis, denominadas *systemas crystallographicos*, as quaes se distinguem umas das outras pelo numero, symetria e inclinação reciproca dos eixos. As fórmulas *monometricas* ficam comprehendidas num unico systema, com a designação de *cubico*; as *dimetricas* em dois, com as designações de *tetragonal* e *hexagonal*, e as *trimetricas* em tres, com as designações de *orthorhombico*, *monoclinico* e *triclinico*; assim:

1.º *Systema cubico*, com 3 eixos eguaes e rectangulares (fig. 4);

2.º *Systema tetragonal*, com 3 eixos rectangulares, sendo um delles maior ou menor que os outros dois, e estes eguaes entre si (fig. 5);

3.º *Systema hexagonal*, com 4 eixos, sendo um maior ou menor que os outros tres e perpendicular ao mesmo tempo a todos elles, e estes equidistantes entre si (fig. 6);



Fig. 4



Fig. 5

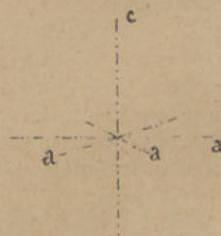


Fig. 6

4.º *Systema orthorhombico*, com 3 eixos rectangulares, mas deseguaes (fig. 7);

5.º *Systema monoclinico*, com 3 eixos deseguaes, sendo um delles perpendicular ao plano dos outros dois e estes obliquos entre si (fig. 8);

6.º *Systema triclinico*, com 3 eixos deseguaes e obliquos (fig. 9).

77. As fórmulas *crystallinas elementares* devem ter as suas faces dispostas de modo, que possam satisfazer ás condições de symetria definidas pelos eixos do systema, a que pertencem. Succede porém

que nem todas as fôrmas apresentam o numero de faces correspondentes á symetria geral do systema, algumas possuem apenas a



Fig. 7



Fig. 8



Fig. 9

metade ou a quarta parte desse numero ; donde a divisão das fôrmas elementares de cada systema em *holoedricas*, *hemiedricas* e *tetartoedricas* respectivamente.

*Fôrmas holoedricas*¹ sam aquellas que só de per si satisfazem á symetria geral do systema, sem terem necessidade de se combinar com outras fôrmas.

*Fôrmas hemiedricas*² sam aquellas que, para completarem a symetria geral do systema, precisam de se combinar com outras, em que existam os mesmos elementos dispostos pela ordem inversa. As duas fôrmas hemiedricas, que se combinam para completarem a symetria geral do systema, dizem-se *complementares* uma da outra.

*Fôrmas tetartoedricas*³ sam aquellas que, para completarem a symetria geral do systema, precisam de se combinar com outras tres, que differem apenas na ordem em que os seus elementos se acham dispostos. As fôrmas tetartoedricas podem considerar-se como hemiedricas das hemiedricas.

78. Para representar as fôrmas de um modo abreviado, mas exacto, recorrem os crystallographos a fórmulas especiaes, em que figuram os parametros numericos das faces ou funcções simples desses parametros. As fórmulas das combinações resultam da juxtaposição das fórmulas das suas componentes elementares. O uso destas fórmulas tem tanta vantagem no estudo da crystallographia, como o das fórmulas chymicas no estudo da chymica. Porisso, embora ellas não sejam exigidas pelos actuaes programmas dos lyceus, cremos ser util o indicar, pelo menos, as mais universalmente adoptadas, que sam as de Naumann ; ficando

¹ *Hólos*, completo, inteiro; cf. lat. *solus*.

² Pref. *hemi* = lat. *semi*, meio, metade.

³ *Tétarton*, a quarta parte.

aliás ao arbitrio dos professores o dispensá-las ou explicá-las aos seus discipulos.

79. Principaes fórmãs de cada systema. —

Systema cubico

Os tres eixos do systema (76) tẽem symetria quaternaria.

Fórmãs holocedricas

Octaedro: O (fig. 10). É o octaedro regular da geometria. Os eixos do systema sam aqui os eixos de 1.^a especie (74).

Cubo ou *hexaedro*: $\infty O \infty$ (fig. 11). Os eixos do systema sam aqui os eixos de 2.^a especie.

Dodecaedro rhombico: ∞O (fig. 12). Como o nome indica, é um polyedro limitado por 12 rhombos eguaes. Tem duas categorias de

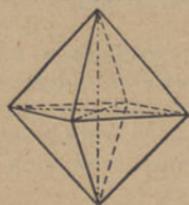


Fig. 10

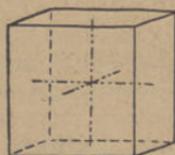


Fig. 11

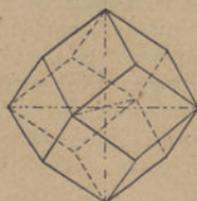


Fig. 12

angulos solidos, a saber: 6 angulos tetraedros regulares, ligados 2 a 2 pelos eixos do systema, e 8 angulos triedros regulares, em posições correspondentes ás 8 faces do octaedro regular.

*Icositetraedro*¹: mOm (fig. 13). Polyedro limitado por 24 deltoides² eguaes. Tem tres categorias de angulos solidos, a saber: 6 tetraedros regulares, ligados 2 a 2 pelos eixos do systema; 8 triedros regulares, em posições correspondentes ás 8 faces do octaedro regular, e 12 tetraedros de symetria binaria, em posições correspondentes ás faces do dodecaedro rhombico.

Trioctaedro: mO (fig. 14). Polyedro limitado por 24 triangulos

¹ *Eicosi téttara*, 24.

² Trapezoides com duas diagonaes rectangulares, uma das quaes divide a figura em 2 triangulos escalenos symetricos e a outra em 2 triangulos isosceles desiguaes, juxtapostos pelas bases.

isosceles eguaes, formando 3 a 3 angulos triedros regulares, em posições correspondentes ás 8 faces do octaedro. Os eixos do sy-

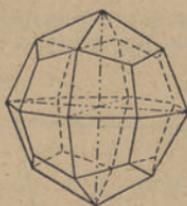


Fig. 13

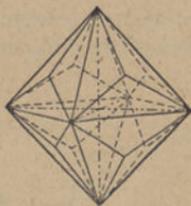


Fig. 14

stema ligam 2 a 2 angulos solidos octaedros de symetria quaternaria.

Tetrahexaedro: ∞On (fig. 15). Polyedro limitado por 24 triangulos isosceles eguaes, formando 4 a 4 angulos tetraedros regulares, em posições correspondentes ás 6 faces do hexaedro. As rectas que ligam estes angulos através do centro do crystal sam os eixos do systema.

Hexaoctaedro: mOn (fig. 16). Polyedro limitado por 48 triangulos

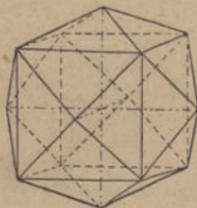


Fig. 15

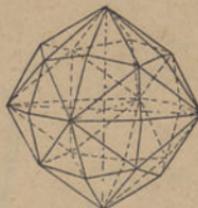
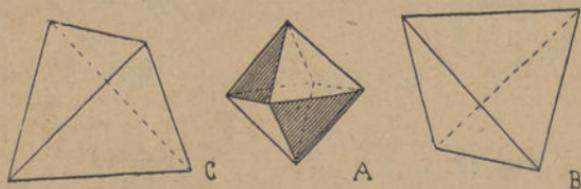


Fig. 16

escalenos eguaes entre si, formando tres especies de angulos solidos, a saber: 6 angulos octaedros de symetria quaternaria, em posições correspondentes ás 6 faces do hexaedro; 8 angulos hexaedros de symetria ternaria, em posições correspondentes ás 8 faces do octaedro regular; 12 angulos tetraedros de symetria binaria, em posições correspondentes ás 12 faces do dodecaedro rhombico. Este solido representa o grau de symetria mais elevado, de que é susceptivel o systema cubico.

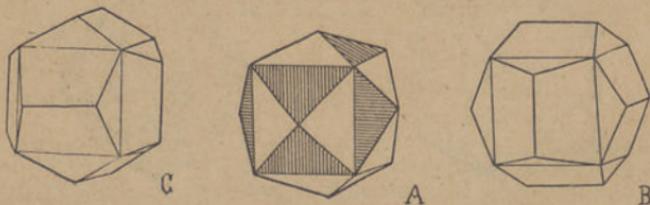
Fôrmas hemiedricas

Tetraedro: (O). É o tetraedro regular da geometria. A combinação dos 2 tetraedros complementares (77) (fig. 17, B e C) produz

**Fig. 17**

uma fôrma A geometricamente igual ao octaedro, o que se exprime dizendo, que o tetraedro é hemiedrico do octaedro.

Dodecaedro pentagonal: [∞ On]. Differe do dodecaedro regular da geometria em que as faces têm um lado maior ou menor que os outros quatro. Este lado é paralelo a duas arestas vizinhas do cubo inscripto (fig. 18); os outros lados reúnem-se 3 a 3 formando

**Fig. 18**

as arestas de 8 triedros regulares com os eixos nas direcções dos eixos de 1.^a especie do cubo. A combinação dos 2 dodecaedros pentagonaes complementares B e C produz uma fôrma A geometricamente igual ao tetrahexaedro, o que se exprime dizendo, que o dodecaedro pentagonal é hemiedrico do tetrahexaedro.

Advertencia. O estudo das fôrmas compostas, tanto neste como nos outros systemas, deve ser objecto de exercicios practicos, que o professor dirigirá á vista dos modelos e dos exemplares naturaes.

Systema tetragonal

O eixo differente c (76) tem symetria quaternaria e denomina-se *principal*; os eixos eguaes a têm symetria binaria e denominam-se *secundarios*.

Fórmas holoedricas

*Pyramides de 1.^a ordem ou protopyramides*¹: mP (fig. 19). A palavra *pyramide* tem em linguagem crystallographica uma accepção differente da que ordinariamente se lhe dá em geometria, a *pyramide crystallographica* é formada por duas *pyramides geometricas* eguaes e juxtapostas pelas bases. As *protopyramides tetragonaes* sam, pois, octaedros limitados por 8 triangulos isosceles eguaes. Os angulos sam de duas categorias, a saber: 2 tetraedros regulares, chamados *culminantes*, com os vertices situados sobre o eixo principal ou no seu prolongamento, em dois pontos equidistantes do centro da fórma; e 4 tetraedros de symetria binaria, chamados *basicos* ou *lateraes*, com os vertices nas extremidades dos eixos secundarios. Do mesmo modo, as arestas que terminam nos vertices culminantes chamam-se *culminantes*, e as outras *basicas* ou *lateraes*.

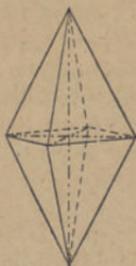


Fig. 19

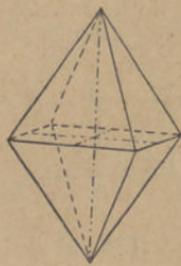


Fig. 20

*Pyramides de 2.^a ordem ou deutero pyramides*²: mP_{∞} (fig. 20). As *deutero pyramides tetragonaes* differem das *protopyramides* unicamente na posição das faces em relação aos eixos secundarios, que sam agora eixos de 3.^a especie (74); por outras palavras, os vertices culminantes das *deutero pyramides* têm as mesmas posições que os das *protopyramides*, e os angulos lateraes correspondem aos vertices dum quadrado circunscripto ao que serve de base ás *protopyramides*.

Pyramides ditetragonaes: mP_n (fig. 21). Sam *pyramides* tendo em cada metade 8 faces com a figura de triangulos escalénos, com

¹ *Prótos*, primeiro.

² *Deuteros*, segundo.

8 arestas basicas homologas entre si, e as arestas culminantes de duas categorias distintas alternando uma com a outra.

Prisma de 1.^a ordem ou protoprisma: ∞P . É um prisma quadrangular regular (75) tendo por base o mesmo quadrado que serve de base ás protopyramides, e por eixo o eixo principal do systema.

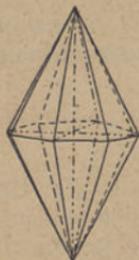


Fig. 21

Prisma de 2.^a ordem ou deuteroprisma: $\infty P\infty$. É um prisma quadrangular regular, que está para as deuteropyramides nas mesmas relações, em que o protoprisma está para as protopyramides.

Prismas ditetragonas: ∞Pn . Sam prismas octogonaes, que estão para as pyramides ditetragonas, como o protoprisma para as protopyramides, e o deuteroprisma para as deuteropyramides.

Basipinacoides: $0P$. É uma forma limitada por dois planos (75) parallelos entre si e equidistantes do plano dos eixos secundarios.

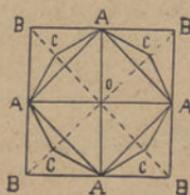


Fig. 22

Em geral, as formas simples holoedricas do systema tetragonal, exceptuando o basipinacoides, sam pyramides e prismas tetra- e ditetragonas. As pyramides e os prismas tetragonas têm por base o quadrado AAAA (fig. 22) construido sobre as extremidades dos eixos secundarios, e o quadrado BBBB circunscripto. As pyramides e os prismas ditetragonas têm por base octogonos ACACACAC de symetria quaternaria, intermediarios a estes dois quadrados.

Fórmulas hemiedricas

Esphenoedros tetragonas: (mP) (fig. 23). Sam tetraedros limi-

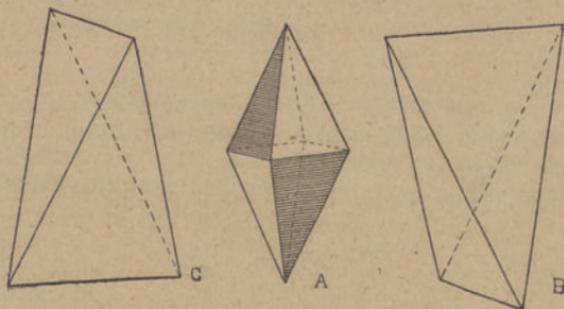


Fig. 23

tados por triângulos isosceles eguaes, e estão para as protopyramides tetragonaes como o tetraedro regular para o octaedro regular; mas as arestas sam de duas categorias distinctas, a saber: 2 arestas culminantes, perpendiculares ao eixo principal, e 4 arestas lateraes, dispostas em zig-zag. Da reunião de dois esphenoedros complementares B e C resulta uma fôrma A geometricamente igual a uma protopyramide.

Escalenoedros tetragonaes: (mPn) (fig. 24). Polyedros limitados

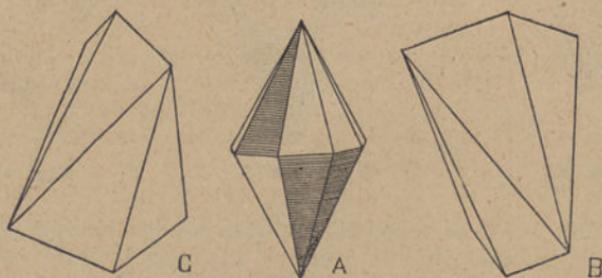


Fig. 24

por 8 triangulos escalenos eguaes, com tres categorias de arestas: 4 arestas lateraes eguaes e dispostas em zig-zag, como nos esphenoedros tetragonaes; 4 arestas culminantes mais longas, e 4 arestas culminantes mais curtas. Da reunião de dois escalenoedros complementares B e C resulta uma fôrma A geometricamente igual a uma pyramide ditetragonal.

Systema hexagonal

O eixo differente c (76) tem symetria senaria e denomina-se *principal*; os tres eixos eguaes a têm symetria binaria e denominam-se *secundarios*.

Fôrmas holoedricas

Como o systema precedente, o systema hexagonal comprehende as seguintes fôrmas elementares holoedricas: *pyramides de 1.^a ordem* ou *protopyramides*, mP (fig. 25); *pyramides de 2.^a ordem* ou *deuteroypyramides*, $mP2$ (fig. 26); *pyramides dihexagonaes*, mPn (fig. 27); *prisma de 1.^a ordem* ou *protoprisma*, ∞P ; *prisma de 2.^a ordem* ou *deuteroprisma*, $\infty P2$; *prismas dihexagonaes*, ∞Pn ; *basipinacoides*, $0P$. Como porém o eixo principal tem agora symetria

senaria, e não quaternaria, as bases das pyramides e dos prismas sam polygonos de 6 e 12 lados (fig. 28) com symetria senaria,

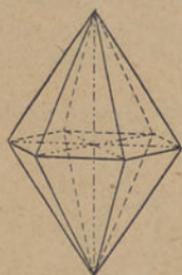


Fig. 25

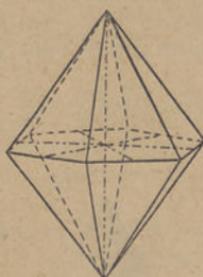


Fig. 26

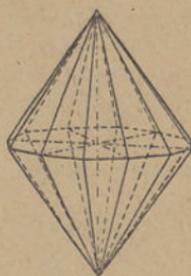


Fig. 27

conservando entre si relações analogas ás que já conhecemos no systema tetragonal. Quanto á figura das faces lateraes não encontramos differença alguma, visto que os eixos crystallographicos de que essa figura depende, isto é, os eixos secundarios têm symetria binaria tanto num como no outro systema.

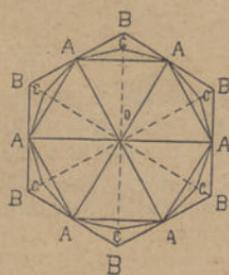


Fig. 28

Fórmas hemiedricas

Pyramides trigonaes de 1.^a ordem ou *protopyramides trigonaes*: (mP) (fig. 29). Designam-se assim as pyramides triangulares regulares formadas por tres faces alternas das protopyramides hexagonaes, tanto na parte superior como na parte inferior do plano dos eixos secundarios. Duas protopyramides tri-

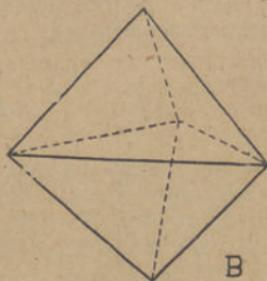
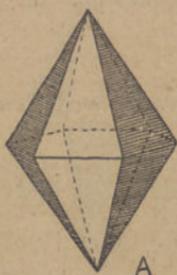
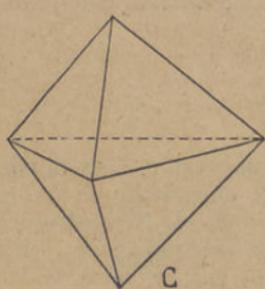


Fig. 29

gonaes em posição alterna B e C combinam-se produzindo uma fôrma A geometricamente identica a uma protopyramide hexagonal.

Romboedros de 1.^a ordem ou protoromboedros: mR (fig. 30).

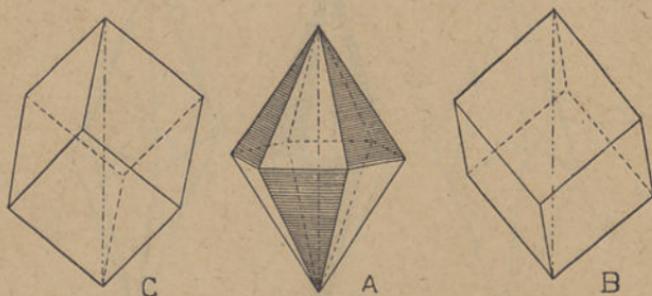


Fig. 30

Sam parallelipedos obliquangulos limitados por 6 rhombos eguaes. Estas fôrmas sam tambem hemiedricas das protopyramides hexagonaes, mas a sua gênese differe da das protopyramides trigonaes, em que as tres faces inferiores, em vez de serem as adjacentes das superiores, sam as que alternam com ellas.

Obs. A relação entre os rhomboedros de 1.^a ordem e as protopyramides é analogá á dos esphenoedros tetragonaes com as protopyramides tetragonaes, e a disposição dos seus elementos é tambem analogá. Com effeito, os esphenoedros têm superior e inferiormente uma aresta culminante cruzando-se em angulo recto com o eixo principal, de sorte que podemos considerá-la dividida em 2 arestas culminantes formando uma com a outra angulos eguaes para ambos os lados, e angulos tambem eguaes com o eixo principal. Semelhantemente em cada vertice culminante do rhomboedro concorrem 3 arestas culminantes, igualmente inclinadas entre si e igualmente inclinadas sobre o eixo principal. Por outro lado, o esphenoedro tem 4 arestas lateraes homologas dispostas em zig-zag, e o rhomboedro tem 6 arestas lateraes homologas dispostas em zig-zag. Enfim, tanto no esphenoedro como no rhomboedro, os eixos secundarios ligam os centros das arestas lateraes, e a projecção destas arestas sobre o plano dos eixos secundarios é um polygono regular egual ao que serve de base ás deuteropyramides respectivas.

Escalenoedros hexagonaes: $m'Rn'$ (fig. 31). Polyedros limitados por 12 triangulos escalenos homologos, interceptando os eixos como as faces das pyramides dihexagonaes. Dois escalenoedros complementares B e C combinam-se produzindo uma fôrma A geometricamente identica a uma pyramide dihexagonal.

Obs.: Entre estas fôrmas e os escalenoedros tetragonaes as

relações sam perfeitamente analogas ás dos rhomboedros com os esphenoedros tetragonaes; as arestas lateraes sam 6, todas homo-

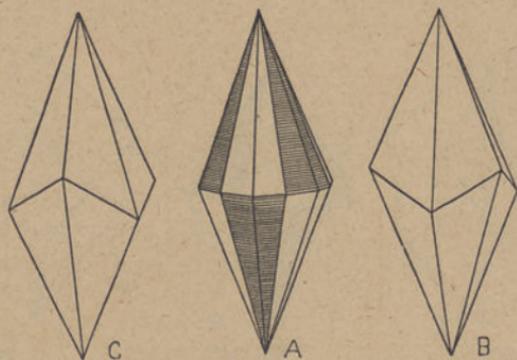


Fig. 31

logas e regularmente dispostas em zig-zag, e as arestas culminantes sam ao todo 12, sendo alternadamente 6 mais longas e 6 mais curtas.

Prisma trigonal de 1.^a ordem ou *protoprisma trigonal*: (∞P) (fig. 32). Prisma triangular regular com a mesma base que as pro-

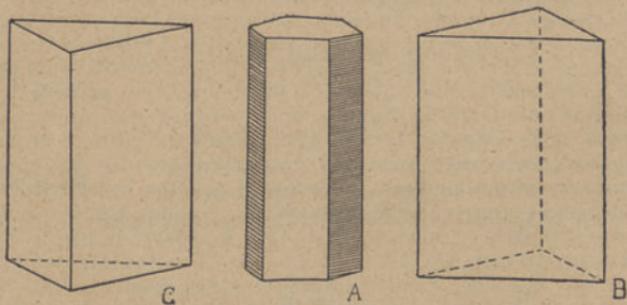


Fig. 32

topyramides trigonae. Combinado com outro prisma igual e alternativo, produz uma fôrma geometricamente identica ao protoprisma hexagonal.

Fôrmas tetartoedricas

Plagiedros trigonae: $\frac{mPn}{4}$. Polyedros limitados por 6 trapezoi-

des eguaes, interceptando os eixos como as faces das pyramides dihexagonaes ou dos escalenoedros. Podem considerar-se como

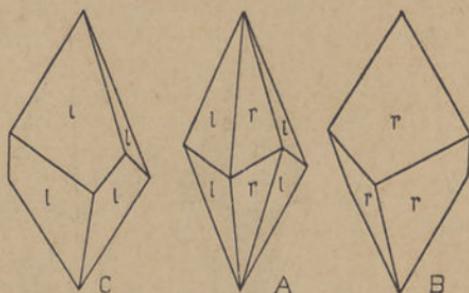


Fig. 33

fórmas tetartoedricas das pyramides dihexagonaes ou hemiedricas dos escalenoedros. A fig. 33 representa os dois plagiedros B e C correspondentes ao mesmo escalenoedro A.

Systema orthorhombico

Um dos tres eixos c (76) considera-se como *principal*; dos outros dois o maior a denomina-se *macrodiagonal*¹, e o menor b *brachydiagonal*². Todos os tres eixos têm symetria binaria. Ha apenas tres planos de symetria, determinado cada um por dois destes eixos.

Fórmas holoedricas

Pyramides de 1.^a ordem ou *protopyramides*: mP (fig. 34). Se ligarmos as extremidades mais proximas da macro- e brachydiagonal, obteremos um rhombo, que é a base commum de todas as protopyramides orthorhombicas; a altura é contada sobre o eixo principal. Ficam assim tres categorias de arestas, 4 de cada categoria e formando um rhombo em cada um dos tres planos de symetria, a saber: 4 arestas basicas, entre as extremidades das duas diagonaes; 4 arestas culminantes mais longas, entre os vertices culminantes e as extremidades da macrodiagonal; 4 arestas culminantes mais curtas, entre os vertices culminantes e as extremidades

¹ *Macrós* = lat. *magnus*.

² *Brachys* = lat. *brevis*.

da brachydiagonal. As 8 faces têm portanto a figura de triangulos escalenos eguaes.

*Macrodomas*¹: $mP\infty$ (fig. 35). As fórmas assim designadas sam verdadeiramente prismas transversaes, cujo eixo é a macrodiagonal e cuja secção recta é egual ao rhombo formado pelas arestas culminantes mais curtas das protopyramides; o nome proveiu, por um lado, do nome da diagonal que serve de eixo e, por outro, de que as faces que ficam na parte superior têm uma disposição que faz lembrar os telhados das casas.

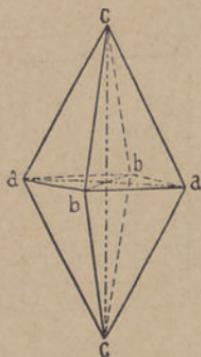


Fig. 34

Brachydomas: $mP\infty$ (fig. 36). Sam fórmas em tudo analogas ás precedentes, mas o seu eixo é a brachydiagonal, e a secção recta é egual ao rhombo formado pelas arestas culminantes mais longas.

Obs.: Deduz-se do que precede, que os macrodomas e os brachydomas se interceptam em angulo recto, e da sua combinação resultam pyramides rectas de base rectangular (fig. 37).

Prisma de 1.^a ordem ou protoprisma: ∞P (fig. 38). É o prisma

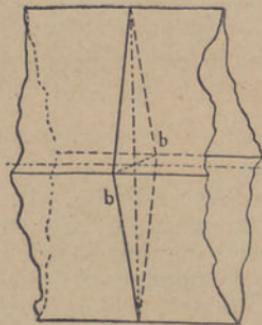


Fig. 35

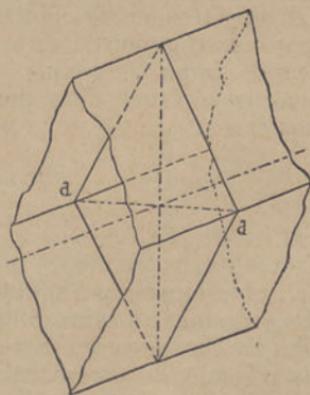


Fig. 36

principal do systema. O seu eixo é o eixo principal, e a secção recta é o rhombo formado pelas arestas basicas das protopyramides.

¹ Dôma, casa.

Macropinacoide: $\infty P\bar{\infty}$. É uma fôrma limitada por dois planos (75) parallelos entre si e equidistantes do plano de symetria que passa pelo eixo principal e pela macrodiagonal.

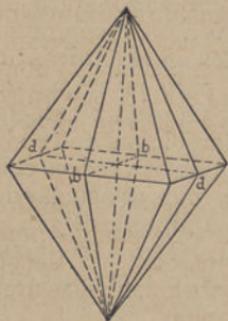


Fig. 37

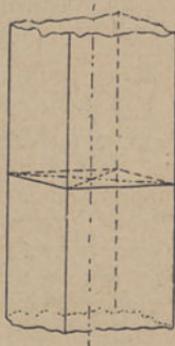


Fig. 38

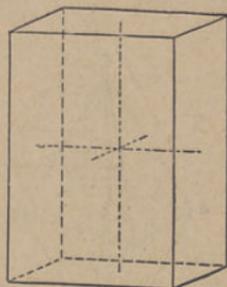


Fig. 39

Brachypinacoide: $\infty P\bar{\infty}$. É uma fôrma limitada por dois planos parallelos entre si e equidistantes do plano de symetria que passa pelo eixo principal e pela brachydiagonal.

Basipinacoide: OP . É como o basipinacoide dos systemas tetragonal e hexagonal.

Obs.: Deduz-se do que precede, que a combinação dos tres pinacoides dá logar a um parallelipedo rectangulo (fig. 39), cujas arestas sam eguaes aos tres eixos deste systema crystallographico.

Systema monoclinico

Um dos dois eixos obliquos c (76) toma-se arbitrariamente para eixo *principal*; o outro b denomina-se *clinodiagonal*¹; o terceiro a é a *orthodiagonal*². Este ultimo eixo tem symetria binaria; os dois primeiros sam asymetricos (74). Só ha portanto um plano de symetria, que é determinado pelo eixo principal e pela clinodiagonal.

¹ *Cliño*, eu inclino.

² *Orthós*, recto, direito.

Fórmulas holoedricas

Pyramides de 1.^a ordem ou *protopyramides*: $\pm mP$ (fig. 40). Se ligarmos as extremidades vizinhas da orto- e clinodigonal, obteremos um rhombo, que é a base commum de todas as protopyramides monoclinicas; o eixo tem a direcção do eixo principal do systema. As arestas sam de quatro categorias: 4 arestas basicas homologas entre si; 2 arestas culminantes ligando os vertices culminantes ás extremidades mais affastadas da clinodigonal; 2 arestas culminantes ligando os vertices culminantes ás extremidades mais proximas da clinodigonal, e 4 arestas culminantes ligando os vertices culminantes ás extremidades da orthodiagonal. Por esta disposição reconhece-se, que as 8 faces deixam de ser homologas, como eram ainda no systema orthorhombico; 4 sam homologas entre si, e maiores que as outras 4, ou, por outras palavras, as pyramides monoclinicas sam

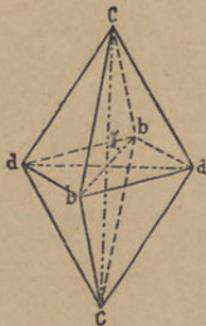


Fig. 40

fórmulas compostas de duas *hemipyramides* ($+mP$, $-mP$) ou metades de pyramides.

Orthodomas: $\pm mP\infty$. Geometricamente sam prismas transversaes, tendo por eixo a orthodiagonal e por secção recta um parallelogrammo rhomboide, cujas diagonaes sam: a clinodigonal e o eixo principal das protopyramides. Compõe-se de dois *hemidomas* ($+mP\infty$, $-mP\infty$) ou metades de domas, cada um dos quaes é limitado por duas faces oppostas do doma total, isto é, por dois planos parallelos, differindo dos pinacoides (75) apenas em não serem parallelos simultaneamente a dois eixos do systema.

Clinodomas: $mP\infty$. A sua fórmula é a de prismas rhombicos monoclinicos tendo por eixo a clinodigonal, e por base um rhombo igual á secção das protopyramides que passa pelo eixo principal e pela orthodiagonal.

Obs.: Deduz-se do que precede, que os orthodomas e os clinodomas se interceptam em angulo recto, e da sua combinação resultam pyramides monoclinicas (fig. 41) de base rectangular.

Prisma de 1.^a ordem ou *protoprisma*: ∞P (fig. 42). É um prisma monoclinico, ou unobliquo, tendo por eixo o eixo principal do systema, e por base um rhombo igual ao que serve de base ás protopyramides.

Orthopinacoides: $\infty P\infty$. Fórmula limitada por dois planos parallelos entre si e equidistantes do plano, que passa pelo eixo principal e pela orthodiagonal.

Clinopinacoides: $\infty P\infty$. Fórmula limitada por dois planos paral-

lelos entre si e equidistantes do plano, que passa pelo eixo principal e pela clinodiagonal.

Basipinacoide: 0P. Igual ao basipinacoide de todos os systemas precedentes.

Obs.: Deduz-se do que precede, que a combinação dos tres pinacoides dá lugar a um prisma monoclinico (fig. 43) de base rec-

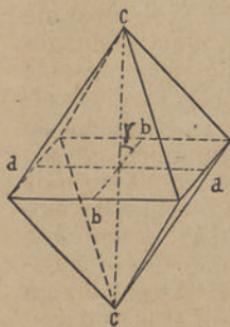


Fig. 41

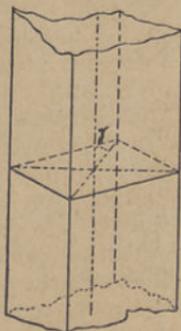


Fig. 42

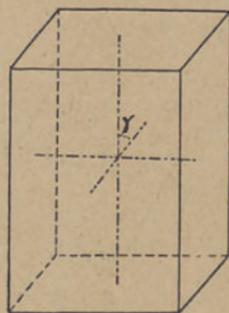


Fig. 43

tangular, cujas arestas sam eguaes aos tres eixos deste systema crystallogaphico.

Systema triclinico

Um dos tres eixos c considera-se arbitrariamente como *principal*; dos outros dois o maior a denomina-se *macrodiagonal*, e o menor b *brachydiagonal*, como no systema orthorhombico. Todos os tres eixos sam asymetricos, e não ha portanto plano algum de symetria (74).

As fórmas elementares deste systema acham-se reduzidas á maior simplicidade possível, visto que nenhuma dellas é limitada por mais de dois planos, paralelos e equidistantes do centro, á semelhança dos pinacoides; donde se conclue, que todas as fórmas sam necessariamente holoedricas.

Pyramides de 1.^a ordem ou *protopyramides*: mP (fig. 44). Sam polyedros limitados por 8 triangulos escalenos, 2 a 2 paralelos e eguaes. Cada uma das 4 fórmas elementares, de que se compõe, tem o nome de *tetartopyramide* ou quarto de pyramide.

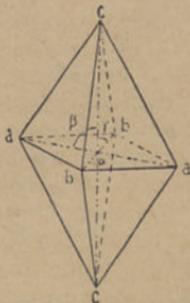


Fig. 44

Macrodomas: $mP\infty$. Geometricamente sam prismas transversaes biobliquos, tendo por eixo a macrodiagonal e por base um parallelogrammo obliquangulo equal á secção das protopyramides, que passa pelo eixo principal e pela brachydiagonal. Cada macrodoma comprehende dois *hemimacrodomas* elementares.

Brachydomas: $mP\infty$. Geometricamente sam prismas transversaes biobliquos, tendo por eixo a brachydiagonal e por base um parallelogrammo obliquangulo equal á secção das protopyramides, que passa pelo eixo principal e pela macrodiagonal. Cada brachydoma comprehende dois *hemibrachydomas* elementares.

Obs.: Donde se deduz, que os macrodomas e brachydomas triclinicos se interceptam obliquamente, e da sua combinação resultam pyramides triclinicas (fig. 45), tendo por base um parallelogrammo rhomboide de lados eguaes á macrodiagonal e á brachydiagonal.

Prisma de 1.^a ordem ou *protoprisma*: ∞P (fig. 46). Prisma biobliquo tendo por eixo o eixo principal do systema e por base um parallelogrammo rhomboide, cujas diagonaes sam a macrodiagonal e a brachydiagonal.

Macropinacoides: $\infty P\infty$ } As definições destas fórmulas sam as
Brachypinacoides: $\infty P\infty$ } mesmas que no systema orthorhom-
Basipinacoides: OP } bico.

Obs.: Da reunião dos tres pinacoides resulta um parallelepipedo obliquangulo (fig. 47), cujas arestas têm o mesmo comprimento e

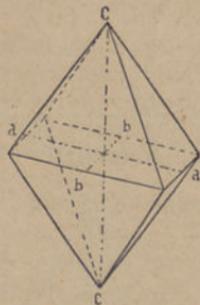


Fig. 45

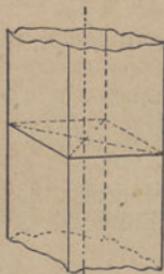


Fig. 46

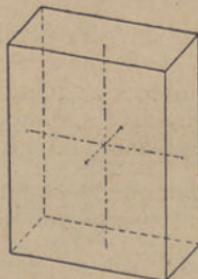


Fig. 47

formam entre si os mesmos angulos que os tres eixos do systema.

SO. Series crystallographicas; relação axial. Está ha muito tempo averiguado pelos naturalistas, que a fórmula exterior pode variar infinitamente no mesmo mineral, e que as diferenças notadas na fórmula concordam sempre com diferenças existentes nalguma ou nalgumas das circunstancias, em que o mineral se nos

apresenta na Natureza. Este factó justifica a origem, que se attribue (64) á fôrma e á textura dos solidos em geral. Mas, por maior que seja essa diversidade de fôrmas, que affectam os exemplares mineraes de cada especie, um observador exercitado não tarda em reconhecer, que existe em todas ellas uma tal affinidade de parentesco, uma tal unidade, que chega facilmente a synthetizá-las num todo unico, invariavel e perfeitamente typico. É possível até, com o auxilio dum pequeno numero de leis geraes deduzir theoreticamente duma dessas fôrmas, tomada como ponto de partida, todas as outras fôrmas existentes ou susceptíveis de existirem no mesmo mineral. A fôrma que se escolhe para esse fim toma então o nome de *fôrma fundamental* ou *primitiva*, e as restantes o de *fôrmas derivadas* ou *secundarias*. O conjunto de todas constitue o que se chama *serie crystallographica* da especie, de que se trata.

Tudo se reduz pois a conhecer bem uma das fôrmas de cada especie mineral, tanto na sua symetria como nas suas dimensões relativas ou nas dimensões relativas dos eixos. A *relação axial* não é outra coisa senão a expressão numerica das dimensões relativas dos eixos crystallographicamente differentes.

Obs.: Nos cristaes isometricos a relação axial é igual á unidade, visto que os eixos do systema sam eguaes entre si; nos dimetricos a relação que importa determinar é simplesmente entre o eixo principal e qualquer dos secundarios, pois que a relação entre estes é tambem = 1; nos trimetricos é a relação entre os tres eixos, porque todos estes têm comprimentos deseguaes. Nos dimetricos a expressão toma a fôrma $\frac{c}{a}$, sendo c o eixo, ou antes o semieixo principal, e a o semieixo secundario; nos trimetricos toma a fôrma $c : b : a$, sendo c tambem o semieixo principal. Nos cristaes orthorhombicos e triclinicos, b representa a hemibrachydiagonal (metade da brachydiagonal), e a a hemimacrodiagonal; nos monoclinicos, b representa a hemiclino-diagonal e a a hemiorthodiagonal.

Demonstra-se em crystallographia, que as relações $\frac{c}{a}$ e $c : b : a$ sam necessariamente incommensuraveis.

S1. Methodo das truncaturas; lei de symetria. O methodo das truncaturas tem por fim obter todas as fôrmas (elementares e complexas) duma serie crystallographica (80) partindo da fôrma fundamental. Consiste em fazer secções planas nos elementos salientes (arestas e angulos) da fôrma fundamental. Estas secções tomam, conforme os casos, os nomes de *truncaturas*, *bisellamentos* ou *rebaixamentos*.

A *truncatura propriamente dita* ou *directa* é a substituição duma aresta por uma face, que lhe seja parallelá (fig. 48), ou dum angulo solido (fig. 49) por uma face, que intercepte á mesma distancia do vertice todas as arestas homologas, que ahi concorram. Quando a nova face fôr obliqua á aresta modificada, a truncatura diz-se *obliqua*.

O *bisellamento* é a substituição duma aresta commum a duas faces homologas por dois planos egualmente inclinados sobre essas faces. É

directo, quando a nova aresta for paralela á aresta primitiva (fig. 50), e *obliquo* no caso contrario (fig. 51).

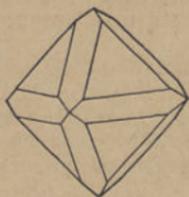


Fig. 48. Octaedro com truncaturas directas sobre as arestas.

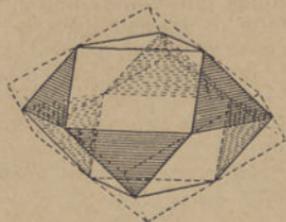


Fig. 49. Rhomboedro com truncaturas obliquas sobre os angulos lateraes e directas sobre os angulos culminantes.

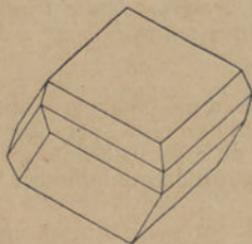


Fig. 50. Rhomboedro com biselamentos directos nas arestas lateraes.

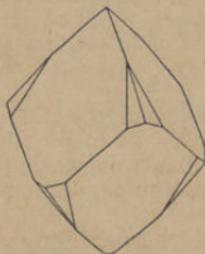


Fig. 51. Rhomboedro com biselamentos obliquos nas arestas culminantes.



Fig. 52. Octaedro com rebaixamentos directos.

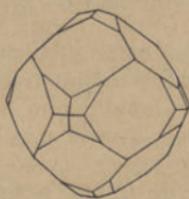


Fig. 53. Dodecaedro rhombico com rebaixamentos indirectos nos angulos tetraedros.

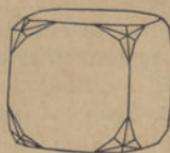


Fig. 54. Cubo com rebaixamentos duplos.

O *rebaixamento* é a substituição dum angulo solido por outro mais obtuso. Pode ser *simplex* ou *duplo*, conforme o novo angulo tiver tantas faces como o primitivo ou em numero duplo. Finalmente o *rebaixamento*

simples é directo, quando as novas faces correspondem ás faces primitivas (fig. 52), e *indirecto* quando correspondem ás arestas (fig. 53). O rebaixamento *indirecto* resulta da combinação de tres ou mais truncaturas obliquas em arestas homologas convergentes, e o rebaixamento *duplo* resulta da combinação de tres ou mais bisellamentos obliquos tambem em arestas convergentes (fig. 54).

82. As truncaturas, bisellamentos e rebaixamentos devem obedecer á *lei de symetria*, que se enuncia do seguinte modo:— *Toda a modificação applicada a um elemento duma forma cryslallina deve repetir-se ao mesmo tempo e do mesmo modo sobre todos os elementos homologos do primeiro; as faces resultantes dessas modificações serám egualmente homologas entre si.*

83. Lei da racionalidade. *O segmento duma aresta interceptado por uma truncatura qualquer está para o comprimento dessa aresta numa relação commensurável, ordinariamente muito simples.*

84. Lei da constancia dos angulos. *A uma dada temperatura todos os angulos diedros homologos sam identicos em todos os crystaes da mesma especie mineral, ou estes crystaes sejam productos da Natureza, ou dos nossos laboratorios, e quaesquer que sejam o logar e as circumstancias, em que tenham sido produzidos.*

85. Goniometros. Da constancia dos angulos diedros resultou a conveniencia de medir directamente alguns delles, para servirem de base ao calculo dos restantes elementos do crystal. Empregam-se para isso instrumentos, a que se dá o nome geral de goniometros¹.

86. Irregularidades dos crystaes. Succede muitas vezes, que os crystaes, principalmente quando ultrapassam certas dimensões, variaveis de especie para especie, não satisfazem completamente ao grau de symetria e perfeição, que a theoria lhes suppõe. As irregularidades mais communs consistem no desenvolvimento desigual de elementos crystallographicamente homologos (*distorsões*) (fig. 55); em estrias (fig. 56), curvaturas (fig. 57), depressões pyramidaes (*tremonhas*) (fig. 58) e outros accidentes das faces; ou em soluções de continuidade, como fendas ou cavidades interiores, onde podem ficar envolvidos corpos extranhos.

Não é difficil de comprehender que, embora um crystal tenda a desenvolver-se com egual energia nas direcções homologas, se o meio lhe oppõe nessas direcções resistencias deseguaes, o crescimento effectivo se torne desigual, e as fórmulas se desviem apparentemente da sua symetria especifica (fig. 55); mas essas causas não chegam a influir sensivelmente na direcção das faces, e portanto no valor dos angulos diedros, e muito menos nas propriedades physicas. Mais ainda, se uma face chega a offerecer alguma modificação, como estrias, asperezas, etc., essa modificação repe-

¹ Do gr. *gonia*, angulo e *mètron*, medida.

te-se do mesmo modo e ao mesmo tempo em todas as faces homologas da primeira.

Quando o crescimento é muito desigual, o desenvolvimento

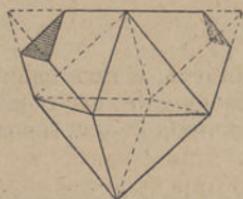


Fig. 55. Octaedro distorcido, em que tendem a obliterar-se duas faces superiores oppostas.

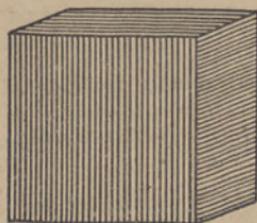


Fig. 56. Cubo de pyrite com as faces estriadas.

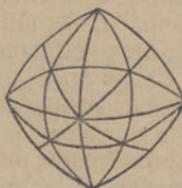


Fig. 57. Hexaocaedro de diamante com as faces curvas.

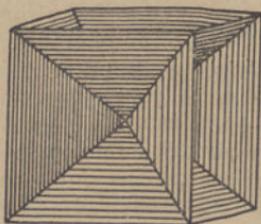


Fig. 58. Cubo de sal marinho com tremonhas.

exagerado ou, por assim dizer, a hypertrophia de parte das faces dá lugar ao estreitamento ou atrophia das restantes, podendo até produzir a sua completa desappareição. É o que se exprime dizendo que estas faces ficaram *obliteradas*.

Obs. É preciso não confundir a *obliteração*, que é apenas uma consequencia duma *distorsão* exagerada, ou dum crescimento muito desigual, com a alteração de fôrma, que os crystaes podem soffrer em virtude de causas, que actuem depois da sua formação.

As outras irregularidades dos crystaes explicam-se pela intervenção de agentes perturbadores; ou porque o trabalho da crystallização não teve tempo sufficiente para se completar; ou, pelo contrario, porque, sendo o movimento molecular demasiadamente rapido, as particulas proprias do mineral não puderam desembaraçar-se das particulas extranhas, com que se achavam misturadas; ou enfim porque o exemplar, que nós suppunhamos ser um crystal

único, é verdadeiramente uma concrescencia de muitos crystaes individuaes. É este particularmente o caso dos crystaes com faces estriadas.

Fórmias agrupadas

87. Grupamentos regulares e irregulares. É raro os crystaes apparecerem em fórmias individuaes isoladas, ordinariamente reu-nem-se para constituirem grupos mais ou menos numerosos; mas o que torna este estudo particularmente interessante, é que em muitos casos o grupo affecta no seu todo uma symetria superior á de cada um dos seus membros ou individuos em separado, e ás vezes até o aspecto do grupo poderia confundir-se com o dum crystal simples, se a observação não fosse feita por pessoa exercitada.

Os grupos de crystaes podem ser *regulares*, isto é, subordinados a leis geometricas, ou *irregulares*; e entre os primeiros temos ainda a distinguir aquelles cujos individuos pertencem á mesma especie mineral, e apresentam a mesma fórmula geometrica, e aquelles cujos individuos pertencem a especies differentes, mas de fórmula e composição semelhante. Nós consideraremos unicamente os grupamentos regulares constituídos por individuos da mesma especie e de igual fórmula crystallina.

Estes grupamentos, que sam aliás os mais numerosos, prestam-se a varias subdivisões, que é necessario conhecer.

88. O caso mais simples é evidentemente aquelle em que os individuos conservam todos os seus elementos orientados em direcções rectilineas mais ou menos perfeitas. A fórmula exterior do grupo pode ser igual a qualquer das fórmias, simples ou compostas, da serie crystallographica (**80**) do mesmo corpo; ou ser uma fórmula estrellada regular, como succede vulgarmente com os crystaes da neve; ou uma fórmula ramificada, arborescente, como nos exemplos conhecidos das *arvores de Saturno e de Diana*; etc.

89. Maclas. Chamam-se assim os grupamentos regulares de individuos *homeomorphos*¹ da mesma especie mineral, cada um dos quaes occupa uma posição invertida a respeito dos individuos vizinhos.

Obs.: Duas ou mais maclas podem combinar-se entre si, como se fossem crystaes simples, para formarem uma *macla de 2.^a ordem*. Então cada uma das maclas componentes é considerada como individuo a respeito da macla total.

As maclas podem comprehender dois, tres, quatro ou mais in-

¹ Do gr. *hómoios*, semelhante, identico, e *morphé*, fórmula, figura.

divíduos; e assim denominam-se respectivamente: *didymos*¹, *tridymos*², *tetrádymos*³, *polydymos*⁴; mas elementarmente podemos sempre reduzi-las a maclas de dois indivíduos.

Debaixo do ponto de vista do desenvolvimento material, dividem-se em *maclas de contacto* (all. *Berührungszwillinge*, ingl. *contact-twins*) (fig. 59) e *maclas de penetração* ou *cruzamentos* (all. *Durchwachungszwillinge*, ingl. *penetration-twins*) (fig. 60), con-

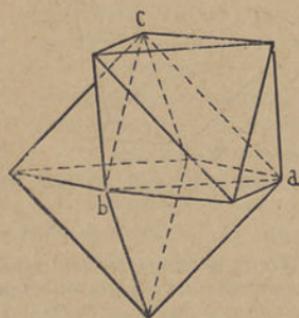


Fig. 59. Macla por juxtaposição de dois octaedros.

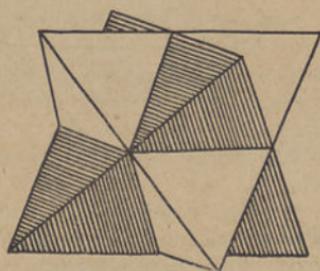


Fig. 60. Macla por cruzamento ou penetração recíproca de dois tetraedros, um dos quaes está sombreado na figura.

forme os indivíduos se acham simplesmente encostados dum e outro lado dum plano ou superfície commum (*plano de contacto* ou *de composição*, all. *Zusammensetzungsfäche*), ou se desenvolvem um através do outro, cruzando-se reciprocamente.

Deve-se a Haüy um artifício simplicíssimo, pelo qual se podem comprehender e definir todas as maclas de dois indivíduos, abstrahindo do desenvolvimento que possa ter cada um delles para além do *plano de composição* commum. Imagina-se um crystal simples, um octaedro por exemplo (fig. 61), dividido ao meio por um plano secante *mnp* na posição do *plano de composição*, e obriga-se uma das metades a executar uma rotação de 180° em torno dum eixo convenientemente escolhido. Daqui veiu o chamar-se tambem *hemitropias* ou *crystaes hemitropes*⁵ às maclas de dois indivíduos. A linha em torno da qual o movimento se suppõe effectuado deno-

¹ *Didymos*, duplo, gêmeo.

² *Tridymos*, triplo.

³ *Tetrádymos*, quadruplo.

⁴ Os allemães dizem respectivamente: *Zwillinge*, *Drillinge*, *Vierlinge*,... *Viellinge*.

⁵ *Tropéo* = *trépo*, girar.

mina-se *eixo de hemitropia*, e o plano dirigido pelo centro do crystal perpendicularmente a este eixo *plano de hemitropia*. Geralmente

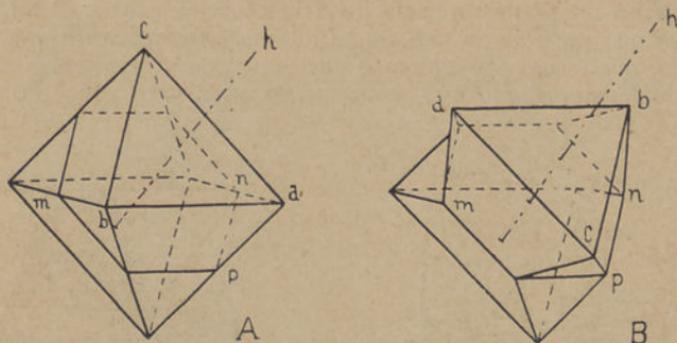


Fig. 61. Explicação da hemitropia de dois octaedros em torno dum eixo *h* perpendicular a uma face octaedrica. A aspecto das duas metades do octaedro antes da rotação de 180°; B as mesmas depois da rotação.

este plano ou coincide com o *plano de composição*, ou lhe é perpendicular.

MORPHOLOGIA IRREGULAR

90. Fórmias individuais e grupamentos. As fórmias irregulares (67) foram consideradas pelos antigos como imitações naturais das fórmias regulares ou das fórmias de objectos vulgares, e designadas porisso pelo nome de *fórmias imitativas*. Alguns auctores têm-lhes applicado ainda o epitheto de *accidentaes*, em contraposição das *fórmias essenciaes*, que se suppunha deverem ser sempre regulares. Estas designações tendem porém a cair em desuso, por não corresponderem já ás idéas actuaes dos metallologistas.

Quando um corpo se fixa no estado solido com demasiada rapidez para as suas moleculas tomarem immediatamente as posições de equilibrio proprias do estado crystallino regular (65, 66 e 67), estas posições sam substituidas por outras, que, pelo facto de serem menos estaveis, tendem a modificar-se lentamente por si mesmas, terminando as mais das vezes no estado crystallino mais ou menos perfeito (66). Este modo de solidificação não se distingue pois essencialmente da crystallização, e pode até considerar-se como uma especie de crystallização rapida e tumultuosa; entretanto, na practica, ha conveniencia em o designar por um termo especial, e emprega-se para isso a palavra *concreção*, a qual designa ao mesmo tempo o phenomeno e o seu effeito, isto é, o mineral que concrecionou.

As concreções sam geralmente limitadas por superficies convexas, arredondadas, e as suas principaes modalidades sam as seguintes:

Globular, quando o corpo tomou o aspecto de espheras ou espheroides, completos ou incompletos. A *calcite* concreciona frequentemente em fórmãs ovoides de varias dimensões, em que se nota ás vezes a sobreposição de capas successivas, distinctas umas das outras. Os *pisolithos*¹ sam concreções desta natureza e, pouco mais ou menos, das dimensões duma ervilha pequena; os *oolithos*² sam concreções semelhantes, mas têm apenas as dimensões ordinarias dos ovos de peixe, e não parecem constituídos de capas sobrepostas.

*Botryoide*³ ou *racemosa*⁴, quando tem grosseiramente o aspecto dum cacho d'uvas. Esta fórmula não é rara na *calcite*, *limonite* e outros mineraes.

Mammillar, quando apresenta pequenas proeminencias em fórmula de mamma, incompletamente separadas umas das outras. É frequente na *limonite*, *calcedonia*, *malachite*, etc.

Reniforme, quando apresenta um conjuncto de proeminencias, um tanto alongadas com o contorno semelhante ao dos rins dos mammiferos. É commum principalmente nos mineraes, que têm origem em massas lodosas, como a *limonite*, a *espherosiderite*, etc.

Como exemplo de concreções podemos ainda citar as *estalactites* e *estalagmites* das grutas calcareas (fig. 62). Numas e noutras a fórmula é perfeita ou grosseiramente conica, alongada nas estalactites e curta nas estalagmites. A *calcedonia* e a *opala* offerecem-nos tambem exemplos de fórmãs analogas.

Além das fórmãs concrecionarias, a que nos temos referido, ha outras fórmãs irregulares, que sam meramente crystaes ou grupamentos de crystaes imperfeitos; as quaes se ligam ás fórmãs regulares e aos grupamentos regulares por uma infinidade de graus intermediarios, que é impossivel definir.

Dum modo geral todas as fórmãs irregulares podem subordinar-se a tres typos, que é desnecessario definir:

a) *isometrico*, b) *prismatoide*, c) *pinacoide*, cujas principaes modalidades sam:

a) *Globular*; ex.: *pisolithos*, *oolithos* e muitos crystaes imperfeitos de mineraes isometricos (76).

b) *Bacillar*, quando se assemelha a pequenas varetas ou pauzinhos quebrados; ex.: *antimonite*.

¹ Do gr. *pson*, ervilha, e *lithos*, pedra.

² De *oon*, ovo, e *lithos*, pedra.

³ De *botrys*, cacho, e *eidos*, aspecto.

⁴ Do l. *racemus*, cacho.

Acicular, quando se assemelha a cylindros finos, rigidos, terminados em ponta, como agulhas; ex.: *rutilo*.

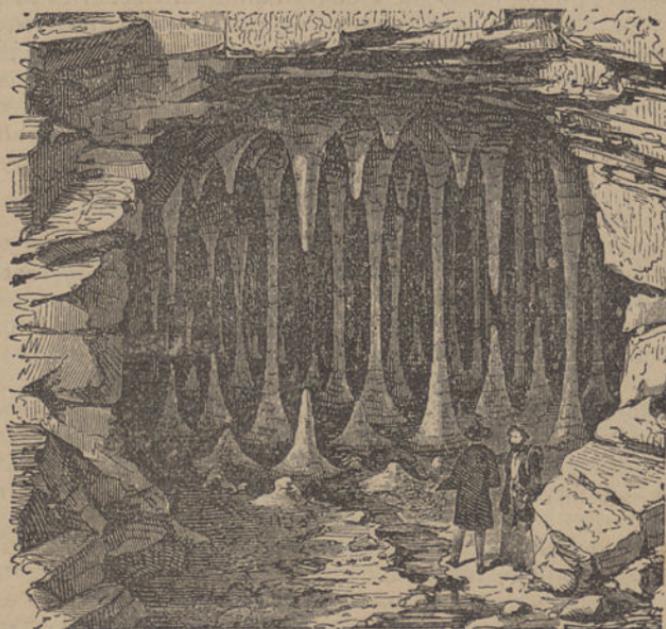


Fig. 62

Capillar, ou semelhante a cabellos, fixos por uma das suas extremidades e livres na outra; ex.: *prata nativa*.

Filamentosa, ou em fibras separaveis e flexiveis; ex.: *amianto*.

c) *Tabular*, como um crystal com duas faces oppostas extremamente desenvolvidas; ex.: *baryte*.

Foliacea ou *papyracea*, como folhas finas e flexiveis; ex.: *cobre nativo*.

Escamosa, como pequenas laminas ligeiramente curvas, simulando escamas; ex.: *mica*.

Lenticular, com a apparencia duma lente biconvexa; ex.: *gesso*.

91. As fórmulas irregulares agrupam-se entre si de modos variadissimos, quer parallelamente umas às outras, quer obliquamente. As disposições mais communs sam:

*Dendritica*¹, como a disposição arborescente ou ramificada das

¹ Do gr *déndron*, arvore.

arvores de Saturno e de Diana (88). É vulgarissima nos corpos que crystallizam em fendas estreitas.

Estellar ou *estrellada*, quando o mineral se apresenta em fibras que irradiam dum ponto central formando um certo numero de feixes separados, como os raios duma estrella; ex.: *estilbite*.

Reticulada, quando o mineral se apresenta em fórmas prismatoides alongadas cruzando-se umas com as outras numa especie de rede; ex.: *rutilo do St. Gothard*.

METALLOLOGIA PHYSICA

92. Com a designação commum de *propriedades physicas* comprehendemos aqui as *propriedades mechanicas* e as *propriedades physicas propriamente ditas*, pertencendo ao 1.º grupo: — a *clivagem, fractura, tenacidade, flexibilidade, dureza e tactilidade* —; e ao 2.º: — a *densidade, as propriedades electro-magneticas, as propriedades opticas* e as *propriedades thermicas*.

93. Clivagem. É a propriedade, que tõem certos corpos com textura regular, de se dividirem mais facilmente segundo certos planos do que segundo outras quaesquer direcções. Diz-se que o mineral tem tantas clivagens, quantas sam as direcções, em que esta divisão se pode verificar.

Como a theoria indica, as clivagens sam sempre parallelas a faces reaes ou possiveis nos crystaes do mesmo mineral, e realizam-se com equal facilidade nas direcções parallelas a todas as faces da mesma fórma elementar (75). Mas a reciproca não é verdadeira, isto é, as faces das fórmas nem sempre sam parallelas a clivagens realizaveis, porque isso depende naturalmente do valor da cohesão, e esta differe muito de uns corpos para outros. É assim que esta propriedade offerece um caracter muito constante para cada especie, donde resulta a sua grande importancia como caracter mineralogico.

Obs.: As direcções de clivagem indicam-se crystallographicamente pelos symbolos das fórmas a cujas faces ellas sam parallelas.

94. Fractura. Além das clivagens, é sabido que os corpos solidos, qualquer que seja a sua textura, se dividem pelo choque segundo superficies em geral irregulares, mas de aspecto semelhante nos exemplares em que a textura é a mesma. Rigorosamente a clivagem não é mais do que um caso particular de fractura, mas os metallologistas restringem este termo ás direcções, em que não ha clivagens. Segundo o caracter das superficies obtidas, a fractura chama-se:

Equal, quando a superficie posta a descoberto é isenta de elevações e depressões sensiveis, como na *chalcocite*.

Desegual, quando é alterada por elevações e depressões irregulares, como na *cassiterite*.

Conchoidal, quando apresenta impressões curvilineas como as da face externa de certas conchas bivalves; ex.: *quartzo* e todas as massas vitrificadas.

Esquirolosa, quando parece decompôr-se em laminazinhas irregulares ou esquirolos, como na *agata* e na *serpentina*.

Terrosa, quando é constituída por granulos finos pouco coherentes.

95. Principaes variedades de textura. Os caracteres da clivagem e da fractura sam os que mais directamente nos manifestam a textura dos mineraes. Assim como as clivagens sam sempre parallelas ás faces das fórmas regulares, e offerecem todos os caracteres physicos dessas faces; assim tambem, nos corpos que crystallizáram em fórmas irregulares, a divisão é mais facil segundo certas superficies, que põem em evidencia as pequenas fórmas que constituem a massa do mineral. Os typos de textura irregular correspondem assim aos typos das fórmas irregulares (90), dizendo-se que a textura é:

a) *granulosa*, b) *fibrosa*, c) *lamellosa*, conforme o mineral se nos apresenta como um aggregado de elementos, cujas dimensões principaes não sejam muito differentes umas das outras, ou em elementos finos e alongados, ou em elementos de fraca espessura relativamente ás outras dimensões. Em geral estes elementos denominam-se respectivamente *grãos* ou *granulos*, *fibras* e *lamellas*. As principaes variedades sam:

a) *Granulosa grosseira* ou *fina*, conforme as dimensões dos granulos; ex.: *pedra calcarea ordinaria*.

Compacta, quando os granulos sam de tal modo finos, que a massa parece igual e homogenea; ex.: *pedra lithographica*.

b) *Fibrosa parallela*, *divergente* ou *radiada*, conforme as fibras sam parallelas entre si (*gesso fibroso*), ou formam fasciculos dispostos como raios de sectores circulares ou esfericos (*estilbite*), ou irradiam em todas as direcções em volta de differentes pontos da massa (*espherostilbite*).

Entrelaçada, quando as fibras formam umas com as outras uma especie de tecido apertado, como o feltro; ex.: as variedades de *asbesto* conhecidas dos metallologistas pelos nomes de *coiro de montanha* e *cortiça de montanha*.

c) *Foliacea*, quando as laminas sam muito finas, flexiveis e facilmente separaveis; ex.: *talco*.

Micacea, quando as laminas, além de flexiveis e separaveis, sam elasticas e brilhantes; ex.: *mica*.

*Saccharina*¹, quando as laminas sam claras, muito pequenas

¹ Do gr. *sácharon*, assucar.

e adherentes, como no assucar de pilão; ex.: *marmore estatuario*.

96. Tenacidade. É a resistencia que os mineraes oppõem á separação mechanica das suas moleculas. Relativamente a esta propriedade o mineral diz-se:

Tenaz, quando a sua fractura pelo choque é difficil; ex.: *hornblenda*.

Sectil, quando a massa se pode cortar sem se reduzir a pó, mas se desfaz facilmente com a pancada do martello; ex.: *gesso*.

Malleavel, quando é susceptivel de se cortar sem destacar pó, e as placas cortadas se podem reduzir a laminas finas com a percussão; ex.: *cobre nativo*.

Fragil ou *friavel*, quando se desfaz ou despedaça facilmente com o choque; ex.: *turmalina, calcite*.

97. Flexibilidade. É a propriedade que tõem especialmente os mineraes fibrosos ou lamellosos de se poderem curvar sem se quebrarem. Os que se curvam com facilidade, mas depois não recuperam a fórma primitiva, dizem-se simplesmente *flexiveis* (*talco, chlorite*); os que recuperam mais ou menos facilmente a fórma primitiva, depois de se curvarem, chamam-se além disto *elasticos* (*mica*).

98. Dureza. Em sentido mais lato, é a resistencia que os corpos oppõem a serem penetrados por outros corpos; em sentido mais restricto, é a resistencia que oppõem a deixarem-se riscar. É neste sentido que a palavra se emprega em metallologia. É um caracter de muita importancia na discriminação dos mineraes, mas é preciso empregá-lo com as devidas precauções. Não é indifferente fazer o ensaio numa superficie recentemente obtida pela clivagem ou pela fractura, ou numa superficie já alterada por uma longa exposição ao ar ou á humidade. Nos exemplares com textura fibrosa (95) a dureza é muito differente na direcção do comprimento das fibras e nas direcções transversaes; neste caso deve preferir-se a direcção longitudinal ou, melhor ainda, a superficie das secções perpendiculares ás fibras. Nos mineraes de textura lamellosa e nos que tõem clivagens regulares, a experiencia faz-se nas superficies das laminas ou das clivagens.

Nos mineraes regularmente crystallizados é do maior interesse a determinação exacta da dureza, porque esta propriedade não é rigorosamente igual nas faces de differente natureza, e em cada face varia ainda com a direcção e com o sentido, em que se faz a risca. Mas para este estudo é necessario recorrer ao emprego de methodos, que não podem explicar-se num livro elementar. Para a simples discriminação dos mineraes exige-se apenas uma apreciação approximada da dureza.

Em muitos casos basta examinar, se o mineral é riscado facil ou

difficilmente pela unha ou pela ponta duma navalha bem temperada, ou se pode ser desgastado com a aresta duma lima. A apreciação mais rigorosa, que se faz desta propriedade, no intuito especial de reconhecer as especies mineraes, é pela comparação com os 10 graus da seguinte escala, imaginada por Mohs:

- | | |
|----------------------------------|--|
| 1. <i>Talco foliaceo.</i> | 6. <i>Adularia</i> (var. de <i>orthoclase</i>). |
| 2. <i>Selenite.</i> | 7. <i>Quartzo.</i> |
| 3. <i>Espatho d'Islandia.</i> | 8. <i>Topasio.</i> |
| 4. <i>Fluorite.</i> | 9. <i>Coryndon.</i> |
| 5. <i>Apatite crystallizada.</i> | 10. <i>Diamante.</i> |

Os typos 1 e 2 sam riscados pela unha; 3—6 riscam-se com a ponta duma navalha ou com a lima; 7—10 riscam o vidro. Quando o mineral não risca nem é riscado por um certo grau da escala, diz-se que a sua dureza é igual á desse grau; quando risca um grau e é riscado pelo seguinte, a dureza é intermediaria á dos dois graus. Isto indica-se abreviadamente representando a dureza de cada grau da escala pelo respectivo numero d'ordem, e os valores intermediarios entre dois graus pelo numero d'ordem inferior augmentado de 0.5. Assim: D = 5 representa a dureza da *apatite* ou de qualquer outro mineral, que nem risque nem seja riscado pela *apatite*; D = 5.5 representa um grau de dureza intermediario á dureza da *apatite* e da *adularia*.

99. Tactilidade. É um character meramente empirico, resultante da acção especial, que certos mineraes exercem sobre o nosso sentido do tacto. Ha mineraes *unctuosos*, como o *talco* e a *graphite*; *asperos*, como o *actinolitho*; *macios*, como o *amianto* e a *magnesite*.

100. Densidade. É sabido que a *densidade* e o *peso especifico*, não obstante serem duas propriedades differentes, podem exprimir-se pelos mesmos numeros, se as unidades de peso e de volume se corresponderem, por ex.: tomando para unidade de peso o *gramma* e para unidade de volume o *centimetro cubico*, ou para unidade de peso o *chilogramma* e para unidade de volume o *decimetro cubico*, etc. A physica ensina-nos tambem os methodos, que nos permitem obter esses numeros com o rigor, que desejarmos. O que podemos agora notar é, que a densidade varia muito de umas para outras especies, e que nos exemplares da mesma especie a densidade ainda varia dentro de certos limites. Vê-se pois, que para reconhecer as especies não é necessario recorrer aos methodos mais rigorosos, que sam os mais difficeis; o que é sobre tudo vantajoso é que o methodo seja expedito. Nestas condições o conhecimento da densidade torna-se um character mineralogico de primeira ordem.

A seguinte lista mostra-nos os limites, entre os quaes está comprehendida a densidade das especies mais importantes:

$d = 0.6 - 1.5$	<i>Petroleo, carvão de pedra.</i>
$1.5 - 2.0$	<i>Alumen, nitro.</i>
$2.0 - 2.5$	<i>Gesso, sal gemma, leucite, zeolithos.</i>
$2.5 - 3.0$	<i>Quartzo, feldspathos, micas, calcite.</i>
$3.0 - 3.5$	<i>Fluorite, apatite, hornblenda, augite.</i>
$3.5 - 4.0$	<i>Siderite, limonite, topasio.</i>
$4.0 - 4.5$	<i>Baryte, rutilo, chalcopyrite.</i>
$4.5 - 6.0$	<i>Tetraedrite, pyrite, magnetite.</i>
$6.0 - 8.0$	<i>Cassiterite, wolframite.</i>
$8.0 - 10.0$	<i>Cobre, cinnabrio, bismutho.</i>
$10.0 - 15.0$	<i>Prata, chumbo, mercurio.</i>
$15.0 - 23.0$	<i>Ouro, platina.</i>

101. Propriedades electro-magneticas. Todos os mineraes sam capazes de se electrizarem pela fricção, como os outros corpos, e alguns ha que se electrizam tambem pela pressão, pela variação da temperatura e pela acção da luz solar ou da luz electrica. A natureza da electricidade desenvolvida e o modo como se distribue pela superficie variam muito de uns mineraes para outros, mas o estudo torna-se principalmente interessante nos mineraes crystallizados, pela correlação que se observa entre as propriedades electricas e a symetria exterior.

Os crystaes, que se electrizam pelas mudanças de temperatura, podem manifestar uma só ou as duas modalidades electricas ao mesmo tempo, e tem-se reconhecido, que em cada ponto a natureza da electricidade, que se desenvolve durante o resfriamento, é opposta á que se desenvolvêra durante o aquecimento. Os mineraes, que se electrizam pelo calor, dizem-se *pyro-electricos*, e os que apresentam ao mesmo tempo as duas electricidades denominam-se *pyro-electricos polares*. A *turmalina* e o *topasio* sam *pyroelectricos polares*.

102. O magnetismo abrange tambem uma ordem de phenomenos muito interessantes, principalmente nos mineraes crystallizados.

O mineral cujas propriedades magneticas sam mais energicas é a *magnetite* ou *pedra iman*, onde se encontram ás vezes polos distinctos no mesmo exemplar. Este mineral é o unico que attrae o ferro ordinario, mas não é o unico que tem acção sobre a agulha magnetica; outros mineraes de ferro e alguns de manganeseo, nickel ou cobalto possuem do mesmo modo esta propriedade, embora em muito menor grau. Outros mineraes ha ainda, que, não exercendo acção sensivel sobre a agulha magnetica, enquanto se conservam no seu estado natural, adquirem esta propriedade depois de calcinados.

Na analyse das rochas, as propriedades magneticas têm sido aproveitadas para a separação mechanica de certos mineraes. Para isso,

reduzida a rocha a fragmentos sufficientemente miudos, para desligar os diversos mineraes componentes, approxima-se-lhe uma barra magnetica ou, melhor, um electro-magnele, cuja força se augmenta pouco a pouco, para ir separando successivamente mineraes cada vez mais fracamente magneticos. Chega-se assim a separar todos os mineraes que contêm ferro ao maximo e ao minimo em combinação com outras bases e com a silica, *inclusive* alguns em que o ferro já não é o elemento predominante.

103. Propriedades opticas. As principaes sam: *diaphaneidade, refração, lustre, côr, traço e risca.*

DIAPHANEIDADE. É a propriedade que os mineraes têm de transmittir a luz mais ou menos perfeitamente. Para exprimir os seus principaes graus, diz-se que o mineral é:

Opaco, se, mesmo nas arestas mais finas, a luz é toda absorvida pela massa do mineral, como os metaes.

Translucido, quando a luz se transmittit irregularmente, sem deixar perceber através della as fôrmas dos objectos, como o vidro despolido.

Transparente, quando as fôrmas dos objectos se vêem distinctamente, como o vidro polido (branco ou de côres).

*Hyalino*¹ ou *limpido*, quando os objectos apparecem nitidamente com as suas proprias côres, como o vidro mais puro.

Como esta propriedade varia extremamente com o grau de pureza e com a textura de cada substancia, convencionou-se que nas descripções dos mineraes basta em geral indicar o grau mais elevado correspondente a cada especie.

104. REFRACÇÃO. Quando a luz incide na superficie, que separa dois meios transparentes, sabemos que uma parte, em geral, se reflecte no primeiro meio, enquanto a outra segue o seu caminho no segundo, mas numa direcção diversa da que trazia. Nos meios ordinarios, como o ar, a agua, o vidro, etc., tanto a reflexão como a refração obedecem a leis, que se enunciam e explicam na physica elementar, sendo uma dellas — que o seno do angulo de incidencia está para o seno do angulo de refração numa relação constante, chamada *indice de refração*.

Se a luz passa do ar para um crystal isometrico (76), tudo se passa ainda como naquelles meios; mas, se o crystal pertence aos systemas dimetricos ou trimetricos, cada raio luminoso divide-se em dois raios distinctos e com indices de refração differentes. Daqui o dizer-se, *que os crystaes isometricos sam unirefringentes, e que os dimetricos e trimetricos sam birefringentes*; a refração nos primeiros chama-se *simples*, e nos segundos *dupla*.

¹ Do gr. *hyálinos*, de *hýalos* vidro.

É necessario porém acrescentar, que nos crystaes dimetricos, quando a luz incide numa certa direcção, os dois raios refractados confundem-se num só, e a refração neste caso torna-se simples. A direcção em que se confundem os dois raios refractados denomina-se *eixo de dupla refração* ou *eixo optico*. Nos crystaes trimetricos este facto observa-se em duas direcções, a que se dá igualmente o nome de *eixos de dupla refração* ou *eixos opticos*. Os phenomenos, que acompanham a refração dupla, sam diversos nos dois casos, a que se dá porisso denominações differentes; nos crystaes que têm um só eixo optico, a dupla refração tem o nome de *uniaxial*, e nos que têm dois *biaxial*.

Nos crystaes uniaxiaes o indice de um dos raios refractados é constante para todos os valores do angulo de incidencia, como na refração ordinaria; enquanto o do outro é geralmente variavel. Daqui o chamar-se ao primeiro *raio ordinario*, e ao segundo *raio extraordinario*. Nos crystaes biaxiaes ambos os raios sam extraordinarios.

Além disto, a divisão do raio luminoso, tanto nos primeiros como nos segundos, coincide com mudanças importantes nas propriedades physicas de cada um dos dois raios refractados, que então se dizem *polarizados*. A maior parte dos progressos, que nos ultimos tempos tem experimentado a metallologia e a petrologia (12) deve-se ao estudo dos phenomenos da refração dupla e da polarização. Este estudo porém é demasiadamente complicado para um compendio elementar.

105. LUSTRE¹. É um phenomeno complexo, que resulta principalmente do modo como a luz é reflectida á superficie dos mineraes. Deve observar-se nas superficies frescas, isto é, que não têm sido alteradas pela exposição ao ar. As suas principaes variedades sam:

L. metallico, o lustre caracteristico dos metaes polidos, acompanhado invariavelmente de opacidade completa; ex.: *metaes nativos*, *pyrite*, *galenite*.

L. metalloide ou *sub-metallico*, pouco diverso do precedente, mas desacompanhado de opacidade completa; o mineral é translucido nas arestas finas; ex.: *sphallerite*.

L. vitreo, semelhante ao do vidro ou da porcellana; ex.: *quartzo*, *topasio*.

L. resinoso, semelhante ao das resinas e do pez; ex.: *opala*.

L. nacarado, semelhante ao da madreperola; ex.: *talco foliaceo*, *selenite*.

L. assetinado, semelhante ao do setim; ex.: *amianto*, *gesso fibroso*.

106. CÔR. É muitas vezes um auxiliar importante para o re-

¹ A palavra *brilho* significa o mesmo que *lustre intenso*, *vivo*; não deve portanto confundir-se com *lustre*, cuja significação é mais geral.

conhecimento dos mineraes, especialmente dos que sam acompanhados de lustre metallico. Nos outros a c6r 6 muitas vezes devida 6 presen7a de substancias extranhas, que accidentalmente se acham associadas ao mineral. Daqui a distinc76o das c6res em *proprias* e *accidentaes*. As segundas sam evidentemente muito menos importantes.

Nos crystaes birefringentes a c6r pode variar muito de umas direc76es para outras ; o phenomeno tem o nome de *pleochroismo* ¹, porque as c6res sam plena ou completamente diferentes em certas direc76es limites, rectangulares entre si. Nas direc76es intermediarias as c6res correspondem a misturas ou combina76es dessas componentes rectangulares.

Obs.: O numero de c6res essencialmente diferentes reduz-se em ultima analyse a tantas, como os valores limites da elasticidade optica, isto 6, duas nos crystaes birefringentes uniaxiaes, e tres nos biaxiaes. Daqui respectivamente a distinc76o do phenomeno em *dichroismo* e *trichroismo*, ou dos crystaes *pleochroicos* respectivamente em *dichroicos* e *trichroicos*.

107. TRA7O E RISCA. A c6r dos mineraes observados em massa 6 quasi sempre diferente da que apresentam reduzidos a p6. O exame do *tra7o* ou da *risca* tem por fim reconhecer commodamente esta differen7a.

O *tra7o*, quando o mineral n6o 6 muito duro, obtem-se esfregando-o por uma placa de porcellana branca n6o esmaltada. Para distinguir a *graphite* da *molybdenite*, cujo aspecto 6 muito semelhante, prefere-se por6m uma superficie revestida de esmalte: a *graphite* deixa um tra7o c6r de chumbo, pouco differente da c6r do mineral em massa; ao passo que a *molybdenite* deixa um tra7o cinzento esverdeado.

Muitas vezes 6 sufficiente examinar o p6, que se destaca do mineral, quando se risca com a navalha ou com a lima, para lhe determinar a dureza (**98**). Algumas variedades de *hematite* muito semelhantes 6 *limonite* distinguem-se immediatamente pela *risca*, isto 6, pela c6r do p6 levantado quando se risca: a *hematite* deixa ent6o ver uma c6r sanguinea ², e a *limonite* uma c6r acastanhada.

A *risca* dos mineraes com lustre metallico 6 escura, frequentemente mais escura do que a c6r do mineral; a dos mineraes n6o metallicos 6, pelo contrario, mais clara.

108. Propriedades thermicas. A unica de que nos vamos occupar 6 a *fusibilidade*. O meio mais simples de a observar consiste em submeter 6 ac76o directa duma chamma uma pequena esquii-

¹ *Pl6os*, pleno, e *chroizo*, tingir, c6rar.

² *Hama*, sangue.

rola do mineral, sem a adição doutro corpo, que possa facilitar a fusão. Compara-se depois o resultado com o que se obtém com os mineraes da seguinte escala, imaginada por Kobell:

1. *Antimonite.*
2. *Natrolitho.*
3. *Granada almandina.*
4. *Actinolitho.*
5. *Orthoclase.*
6. *Bronzite.*

O n.º 1 é facilmente fusivel á simples chamma duma vela, sem auxilio do maçarico; o n.º 2 funde difficilmente á chamma da vela, mas muito facilmente á chamma oxydante do maçarico; os n.ºs 3 e 4 fundem mais ou menos facilmente á chamma do maçarico; o n.º 5 funde apenas nas arestas, e o n.º 6 apresenta apenas vestigios de fusão nas arestas muito agudas ou nas pontas muito finas.

METALLOLOGIA CHYMICA

109. Caracteres chymicos; analyse dos mineraes; fórmulas chymicas. A principal difficuldade, que se encontra no reconhecimento dos mineraes, não obstante o numero relativamente restricto das suas especies, resulta da immensidade de aspectos, que nos offerece cada mineral e da semelhança apparente, que existe a cada passo entre exemplares pertencentes a especies inteiramente diversas.

Quando os exemplares sam perfeitamente crystallizados, este estado é tam característico (79 e 80), que o simples exame da fórma e da densidade permittem reconhecer com segurança a especie, a que pertencem; mas as difficuldades augmentam, quando o estado crystallino é menos perfeito, ou quando se trata de classificar exemplares terrosos ou amorphos. Então é necessario completar o estudo da fórma com algum ou alguns caracteres referentes á substancia; de sorte que todas as pessoas que pretendem chegar a reconhecer os mineraes com segurança devem familiarizar-se, pelo menos com as operações mais communs da analyse chymica qualitativa. Isto, bem entendido, quando se trata apenas de reconhecer especies já descriptas; porque, se o mineral pertence a alguma especie ainda não descripta ou desconhecida para a sciencia, a descripção ficaria insufficiente sem o conhecimento completo da composição chymica, tanto qualitativa como quantitativa.

A média dos resultados das analyses de todas as variedades de cada mineral determina a composição typica da especie, e pode na maior parte dos mineraes representar-se abreviadamente por fór

mulas semelhantes ás que se adoptam na chymica. Assim as analyses da *pyrite* dam, em 100 partes, 46.67 de ferro e 53.33 de enxofre, com pequenas quantidades de nickel, cobalto, cobre, estanho, arsenio, thallio, ouro, prata, etc. Abstrahindo destes corpos que entram em pequenas quantidades, podemos portanto representar *aproximadamente* a *pyrite* como se fosse um composto de Fe e S na relação ponderal de $\frac{46.67}{53.33} = \frac{56 \times 1}{32 \times 2}$, o que se exprime tambem, como se sabe, pela fórmula Fe S_2 .

Este exemplo bastará para nos advertir, de que as fórmulas dos mineraes podem, quando muito comparar-se com as fórmulas chymicas empiricas. Mas nem com estas as devemos confundir, porque as fórmulas chymicas empiricas representam *rigorosamente* o resultado da analyse da *especie chymica* (62) a que se referem; ao passo que as fórmulas dos mineraes representam apenas *aproximadamente* a média dos resultados das analyses das variedades da mesma especie.

110. CHEIRO. Alguns mineraes, quando soffrem certas modificações moleculares ou chymicas, têm a propriedade de exhalar cheiros particulares, que podem servir para nos dar indicios a respeito da sua composição. Assim:

Ch. aliaceo (semelhante ao do alho vulgar): produz-se, quando se tritura ou aquece um composto arsenical.

Ch. a rabano (semelhante ao do rabano vulgar em começo de decomposição): produz-se, quando se aquecem ou fundem compostos de selenio.

Ch. sulfuroso (como o do enxofre queimado): produz-se, quando se aquecem ou fundem compostos, que contemham enxofre.

Ch. a ovos chocos: produz-se, quando se friccionam, quebram ou percutem certas variedades de calcareo, quartzo ou baryte.

Ch. a barro (como o do barro humedecido): produz-se, quando se humedecem com o halito certos mineraes ou rochas, como a serpentina, kaolim e outros, que sempre contêm alumina ou magnesia.

111. SABOR. É tambem um character de certa importancia, mas apenas para um pequeno numero de mineraes, como o *sal gemma*, *nitro*, *alumen* e *epsomite* (sal amargo). A grande maioria dos mineraes sam insoluveis na saliva, e portanto insipidos.

112. Homeomorphismo¹. É o facto de dois ou mais corpos crystallizarem em fórmãs eguaes ou quasi eguaes e com texturas semelhantes. Os corpos homeomorphos têm a propriedade de

¹ *Hómoios* = lat. *similis*.

crystallizar ao mesmo tempo e concorrer juntos para a formação do mesmo crystal.

Obs.: A descoberta desta propriedade em mineraes pertencentes a systemas crystallographicos diversos veiu pôr em evidencia, quanto era inexacta a idéa que a principio se fez do *homeomorphismo* e se pretendeu traduzir com a designação de *isomorphismo*¹, ainda hoje infelizmente conservada pela rotina dalguns escriptores. Acha-se, com effeito, verificado que os corpos em que este facto se dá não apresentam fôrmas rigorosamente eguaes, senão quando crystallizam no systema cubico; em todos os outros systemas notam-se sempre pequenas differenças nas dimensões e no valor dos angulos. E, por outro lado, os corpos do systema cubico, que no sentido primitivamente attribuido á palavra *isomorphismo* deviam poder crystallizar conjunctamente, não possuem esta propriedade senão em certos casos, que dependem da intima semelhança da textura, e portanto da intima semelhança das clivagens e de todas as propriedades physicas.

113. Heteromorphismo². É o facto de certas substancias crystallizarem em duas ou mais series (SO) diversas, conforme as circumstancias, que presidem á sua crystallização. Estas series, embora pertençam originariamente á mesma substancia, manifestam taes differenças no aspecto e nas propriedades physicas, que todos concordam em as classificar em especies mineralogicamente distinctas. É o que se dá por exemplo no carbono, que se apresenta em crystaes isometricos na especie *diamante*, e em pequenissimas escamas hexagonaes na especie *graphite*; no carbonato de calcio, que é rhomboedrico na especie *calcite*, e orthorhombico na especie *aragonite*; no anhydrido titanico, que é tetragonal com a relação axial $\frac{c}{a} = 0,6442$ na especie *rutilo*, tetragonal com a relação $\frac{c}{a} = 1,7784$ na especie *anatase*, e orthorhombico na especie *brookite*; etc.

114. Pseudomorphismo³. Os mineraes apparecem ás vezes com fôrmas impropriadas da sua substancia, e que elles tomáram de crystaes doutras especies ou de quaesquer corpos organicos ou inorganicos. Essas fôrmas tomam o nome de *pseudomorphoses*, e a sua produção denomina-se *pseudomorphismo*. Sam, como se vê, reproduções, em que a Natureza parece que se imita a si mesma, o que fez acreditar aos antigos philosophos, que semelhantes corpos eram simples *brinquedos da Natureza (lusus Naturæ)*.

Quando um solido se separa do seio dum liquido, quer seja por

¹ *Isos*, igual, e *morphê*, fôrma.

² *Héteros*, outro, diverso.

³ *Pseudos*, falsidade, engano.

via de crystallização, quer por simples concreção (90), o deposito faz-se de preferencia nos pontos, em que o liquido se acha em contacto com superficies solidas, que então se incrustam com uma capa de espessura crescente. É o que succede por exemplo aos objectos em contacto prolongado com aguas muito calcareas. É o caso mais simples das pseudomorphoses.

A preservação da fórma do objecto primitivo, que neste exemplo foi devida á existencia da incrustação, pode effectuar-se com a mesma facilidade, quando esse objecto estiver incluído numa rocha solida sufficientemente consistente. Em qualquer dos casos podemos dizer, que ha uma perfeita modelação.

Supponhamos agora, que os objectos envolvidos por qualquer destes processos sam susceptiveis de se decomporem ou alterarem. As proprias aguas, que circulam em volta delles, infiltrando-se através das paredes da crusta ou molde, transportam para o exterior os productos da decomposição e podem introduzir em seu logar outras substancias dissolvidas, que ahi se depositam, ou que vam reagir sobre as substancias, que encontram, e produzir *precipitados chymicos*, com que o espaço tenderá a preencher-se. Estes transportes de substancia têm muita analogia com os phenomenos de *endomose* e *exomose*.

É assim que se têm podido conservar no seio das camadas sedimentares da crusta terrestre as fórmas e em certos casos a estrutura organica duma immensidade de especies extinctas de animaes e vegetaes, a que em geologia se dá mais particularmente o nome de *fósseis*.

METALLOLOGIA ESPECIAL

115. As diferenças (62 e 63) que existem entre a especie mineralogica e a especie chymica difficultam altamente o problema taxonomico. É necessario não perdermos de vista, que as designações chymicas, com que os mineraes figuram nas classificações, sam apenas um modo convencional de exprimir a sua composição *typica* (109), tal como se revela directamente nas analyses das suas variedades. Quando um mineral contém por exemplo Si, O e elementos metallicos, como a separação do Si se verifica no estado de SiO_2 e a dos elementos metallicos no estado de oxydos basicos, a especie é *convencionalmente* descripta como um silicato ou uma mistura de silicatos. Ora coisa alguma nos garante, que isto seja realmente assim, a propria chymica nos adverte, de que os mesmos elementos podiam achar-se combinados de muitas outras maneiras diversas.

É por estas considerações que nas classificações modernas as especies sam designadas, em regra, por nomes que nada signifi-

cam a respeito da sua composição chymica ; faz-se apenas excepção para os grupos taxonomicos superiores á especie, mas essa excepção deve vir a desaparecer, quando a sciencia tiver progredido o sufficiente, para estabelecer uma nomenclatura mais apropriada.

116. A classificação dos mineraes, como a dos vegetaes e dos animaes, pode ser artificial ou natural, conforme se baseia na consideração exclusiva dum numero limitado de caracteres, ou no conjuncto de todos os caracteres. As classificações modernas, não obstante a apparencia, que resulta das suas denominações chymicas, sam classificações naturaes. A que adoptámos abrange 6 *classes*, subdivididas em *ordens*, *familias*, *generos* e *especies*, do seguinte modo :

I — Elementos

Como o nome indica, sam corpos simples, ou ligas, ou misturas de corpos simples ou de ligas. Esta classe divide-se em 2 series ou familias, correspondentes á classificação chymica dos corpos simples em metaes e metalloides, ou em positivos e negativos. A primeira tem tres generos : COBRE, MERCURIO e FERRO ; e a segunda outros tres : CARBONO, ENXOFRE e ARSENIO. As principaes especies sam :

- No gen. COBRE: — *cobre*, *prata* e *ouro nativos*.
 » » MERCURIO: — *mercurio nativo* e *amalgamas*.
 » » FERRO: — *ferro* e *platina nativa*. O *ferro meteorico* (19)
 é uma variedade de *ferro nativo*.
 » » CARBONO: — *diamante* e *graphite*.
 » » ENXOFRE: — *enxofre nativo*.
 » » ARSENIO: — *arsenio*, *antimonio* e *bismutho nativos*.

II — Sulfuretos

Combinações dos metaes com os metalloides das familias chymicas do enxofre e do arsenio ; reconhecem-se chymicamente pelas propriedades correspondentes. A maior parte sam dotados de lustre metallico, o que fez com que Tschermak lhes desse o nome de *lamprites*¹. Dividem-se em tres ordens : **protosulfuretos**, **bisulfuretos** e **sesquisulfuretos**.

¹ Do gr. *lamprós*, brilhante.

III — Oxydos

Combinações analogas ás da classe precedente, da qual differem em ter O em vez de S. Dividem-se igualmente em 3 ordens: **protoxydos**, **bioxydos** e **sesquioxydos**.

IV — Oxysaes

Os mineraes desta classe, que é de todas a mais numerosa, dividem-se em 4 ordens: **silicinos** (silicatos e carbonatos), **sulfurinos** (sulfatos, selenatos e telluratos), **borinos** (boratos) e **phosphorinos** (phosphatos, arsenatos, vanadatos, antimônatos e nitratos).

V — Mineraes haloides

Dividem-se em 2 ordens: **fluorinos** (fluoretos) e **chlorinos** (chloretos, brometos e iodetos).

VI — Mineraes carbonados

Dividem-se tambem em 2 ordens: **hydrocarbonetos e seus productos de oxidação** (hydrocarbonetos e resinas), e **carboxylatos** (saes de acidos organicos).

Synopsis e exemplos

- I. **Positivos:** *cobre; mercurio; ferro.*
Negativos: *diamante, graphite; enxofre; arsenio.*
- II. **Protosulfuretos:** *galenite, chalcopyrite.*
Bisulfuretos: *pyrite.*
Sesquisulfuretos: *antimonite.*
- III. **Protoxydos:** *agua.*
Bioxydos: *cassiterite, quartzo, opala.*
Sesquioxydos: *hematite, limonite, espinellas.*

- IV. **Silicinos:** *zeolithos, granadas, feldspathos, micas; calcite, aragonite.*
Sulfurinos: *baryte, gesso, alumen.*
Borinos: *boracite.*
Phosphorinos: *apatite, turquesa, wavellite; nitro.*
- V. **Fluorinos:** *fluorite.*
Chlorinos: *sal gemma.*
- VI. **Hydrocarbonetos e seus productos de oxydação:** *petroleo, ambar.*
Carboxylatos: *mellite.*

DESCRIÇÃO DALGUMAS ESPECIES MAIS IMPORTANTES

I — Elementos

Negativos

117. Diamante. Os etymologistas admittem, que esta palavra derivou do l. *adamas* = gr. *adâmas*, que traduzem por *indomavel*; mas o certo é que a origem verdadeira ainda não foi demonstrada. Os arabes e os persas chamam-lhe *almas* ou *elmas*; Werner descreveu-o com o nome de *Demant*, e Haüy com o de *diamant*, como ainda hoje os francezes o denominam.

S. cubico, em crystaes ordinariamente distorsidos e com faces curvas (fig. 57). Cliv. muito perfeita segundo O. Fragil, não obstante ser o mais duro de todos os mineraes. Densidade = 3.52 — 3.55. Os crystaes, em bruto, são translucidos ou opacos; mas, depois de lapidados e polidos, tornam-se perfeitamente hyalinos, ou mais ou menos côrados de amarello, alaranjado, vermelho, verde, azul (extremamente raro), acastanhado ou preto. Refracção simples, $n = 2.47 - 2.75$; lustre muito vivo (*adamantino*), semelhante ao dos espelhos metallicos perfeitamente polidos.

As variedades desta especie reduzem-se a dois typos principaes: 1.º diamante crystallino; 2.º diamante amorpho ou *carbonado*.

Chym.: C.

Diff.: Os crystaes perfeitos não podem confundir-se com os crystaes doutras especies, a não ser os de forma octaedrica, que se assemelham ás espinellas brancas; mas distinguem-se dellas pelo seu lustre particular e pela dureza, densidade, indice de refracção, etc. O seu elevado preço dá logar a variadissimas falsificações ou imitações, sendo a mais commum com um vidro plumbifero conhecido pelo nome de *strass*, mas um pouco mais molle ainda do que o vidro ordinario.

Jas.: Encontra-se em alluviões antigas e numa especie de arenito talcoso chamado *itacolumito*, sendo as localidades mais importantes: a India, o Brazil, a Africa meridional e os montes Uraes.

Usos: Os crystaes perfeitos empregam-se quasi exclusivamente na joalheria, onde chegam a attingir preços verdadeiramente fabulosos. Os exemplares improprios para este uso e os pequenos fragmentos e lascas dos exemplares submettidos á lapidação servem para cortar o vidro, para perfurar e gravar pedras duras e para sustentar as extremidades dos eixos das peças de relojoaria mais delicadas. O *égrisée* (pó de diamante) serve para polir as pedras preciosas, incluindo o proprio diamante, e para cortar, gastar e polir as rochas muito duras, ou para a perfuração de tunneis e de minas.

118. Graphite. Der. do gr. *grápho*, escrever. É tambem conhecida pelo nome de *plumbagina*, que allude á semelhança da sua cõr com a do chumbo (*plumbum*).

Apresenta-se ordinariamente em palhetas ou escamas hexagonaes, ou em exemplares de textura granular ou compacta. O syst. cryst. ainda não é bem conhecido, referindo-a uns (Dana) ao s. hexagonal, e outros (Nordenskjöld) ao monoclinico. Sectil. $D = 1 - 2$. Unctuosa ao tacto, manchando os dedos como o pó do lapis ordinario. $d = 2.09 - 2.23$. Boa conductora da electricidade. Opaca; lustre metallico; cõr de chumbo mais ou menos escura; traço cinzento escuro sobre a placa de porcellana (107) ou sobre o papel.

Chym.: Carbono quasi puro.

Diq: A sua fraca densidade distingue-a facilmente do chumbo e dos sulfuretos metallicos cinzentos. A molybdenite distingue-se tambem pelo traço sobre uma superficie de porcellana esmaltada (107).

Jaz.: É um dos mineraes mais abundantes na crusta terrestre, se attendermos a que se acha largamente diffundido por todas as rochas crystallinas, que formam a base dos terrenos sedimentares; mas encontra-se tambem enchendo cavidades e fendas nestas rochas e em terrenos mais modernos, ás vezes em relação evidente com jazigos de carvão de pedra. O jazigo mais importante encontra-se na Siberia, e ha ainda outros mais ou menos ricos na Baviera, no Piemonte, em França, Hespanha, etc.

Em Portugal têm-se já registado algumas minas, por exemplo, nos concelhos de Castro Daire e de Resende, mas pode dizer-se que a exploração se acha ainda por fazer.

Usos: Emprega-se como materia prima no fabrico de lapis e de cadinhos para a fundição de metaes. As qualidades inferiores, que apenas fornecem a graphite em pó, servem para resguardar da oxydção a superficie dos objectos de ferro fundido, para *metallizar* as superficies más conductores, que se pretendem galvanizar, e, misturada com substancias gordurosas, para deminuir o atrito nas peças moveis das machinas.

II — Sulfuretos

Protosulfuretos

119. Galenite. Este mineral era já conhecido dos antigos pelo nome de *galena*, gr. *galène*, da raiz *gal*, que significa brilhar, cf. all. *Glanz*, ingl. *glance*.

S. cubico, em crystaes em que predominam as fórmas $\infty O\infty, O$ ou ∞O , ou em massas com textura crystallina. Cliv. perfeita segundo $\infty O\infty$. Encontra-se tambem com textura granular e, em raros casos, fibrosa. Fragil. $D = 2.5 - 2.7$. $d = 7.3 - 7.7$. Lustre metallico; cór de chumbo.

Chym.: PbS. Quasi todas as variedades encerram sulfureto de prata (homeomorpha com a galenite), umas vezes em proporções insignificantes e outras em quantidades sufficientes para a galenite se explorar como minerio de prata. Segundo Berthier as variedades mais ricas contêm entre 0,01 e 0,03 % de prata relativamente ao chumbo.

Diff.: Entre os mineraes mais ou menos communs não ha nenhum que possa confundir-se com a galenite, principalmente quando existe a clivagem segundo $\infty O\infty$. Quando a fractura é granulosa, as especies que mais se lhe assemelham sam a esphallerite, a molybdenite e a antimonite; mas a densidade é um caracter distinctivo sufficiente.

Jaz.: Ordinariamente em filões ou veios atravessando rochas de varias naturezas. Encontra-se com frequencia associada a outros sulfuretos naturaes (esphallerite, antimonite, chalcopyrite, etc) ou a productos de alteração da propria galenite, como a cerussite ($PbCO_3$), anglesite ($PbSO_4$), pyromorphite ($3Pb_3P_2O_8 + PbCl_2$), ou o chumbo nativo (muito raro).

Em Portugal existem alguns jazigos, entre os quaes podemos citar os do Braçal (conc. de Sever do Vouga), Carvalhal (nas margens do rio Caíma), Murcellão (conc. de Coimbra), S. Miguel de Acha (conc. de Idanha-a-Nova), etc.

Usqs: É o minerio de chumbo mais commum e mais importante; as variedades argentíferas, sendo sufficientemente ricas, servem para a extracção da prata. Os olleiros empregam a galenite para vidrarem a loiça ordinaria; pela accção do calor do forno o mineral oxyda-se e vitrifica-se, podendo-se-lhe communicar uma cór acastanhada ou verde com bioxydo de manganésio ou com oxydo cuprico.

Esphallerite. ZnS. $D = 3.5 - 4$. $d = 3.9 - 4.2$.

Cinnabrio. HgS. $D = 2 - 2.5$. $d = 8 - 9$.

120. Chalcopyrite. Do gr. *chalcós*, bronze, cobre, e *pyrites*, nome pelo qual os antigos designavam indistinctamente todos os sulfuretos metallicos mais ou menos semelhantes ao sulfureto de ferro natural, que hoje denominamos *pyrite*. Plinio chamou-lhe *pyrites aureo colore*; os mineiros conhecem-na ainda hoje pelo nome de *pyrite de cobre*.

S. tetragonal; hem. $\frac{c}{a} = 0,9856$. Crystaes em que predomina a forma esphenoedrica (P) ou a protopyramide fundamental P, que neste caso resulta da combinação dos dois esphenoedros comple-

mentares (77). Encontra-se tambem em massas compactas ou em concreções (90) de fôrma arredondada. Fractura conchoidal imperfeita ou desigual. $D=3.5-4$. $d=4.1-4.3$. Lustre metallico; côr de latão amarello, embaciando-se ou iriando-se pela acção do ar humido; traço esverdeado-escuro.

Chym.: $CuS.FeS$. Soluvel no acido nitrico.

Diff.: Distingue-se da pyrite ordinaria pela sua côr de latão mais intensa e pela sua dureza inferior, que permite riscá-la facilmente com a ponta duma navalha; e distingue-se do ouro pela densidade, pela solubilidade no acido nitrico (o ouro é insoluvel) e pela falta de malleabilidade.

Jaz.: É um dos minerios cupriferos com menor percentagem de cobre, mas em compensação é de todos o mais vulgar e abundante. Fôrma filões ou massas irregulares encravadas nos terrenos sedimentares.

Em Portugal tẽem-se descoberto vários jazigos, mas a sua maior abundancia é no districto de Beja, numa zona que passa por Aljustrel e S. Domingos, prolongando-se ainda pela Hespanha. O minerio de S. Domingos é, em geral, uma mistura de chalcopyrite e pyrite. É transportado em caminho de ferro da empresa desde a mina até ao Pomarão, na margem esquerda do Guadiana, um pouco acima da confluencia do rio Chança, donde é exportado directamente para Londres.

Chalcocite. Cu_2S . $D=2.5-3$. $d=5.5-5.8$.

Bisulfuretos

121. Pyrite. Do gr. *pyrites*, lit. *pedra de fogo*, alludindo á propriedade que este mineral tem de ferir fogo com o fuzil; mas os antigos confundiam com o mesmo nome não só a especie a que hoje se chama *pyrite*, mas tambem a *marcassite*, a *pyrrhotite* e até a *chalcopyrite*, que já não tem essa propriedade.

S. cubico: $\infty O\infty$, O, [$\infty O2$], ∞O . As faces cubicas tẽem estrias (fig. 56) paralelas ás arestas, mas dispostas de modo, que a direcção que apresentam numa face é perpendicular á das faces vizinhas. Aparece tambem em concreções ou compacta. Fragil; fractura conchoidal ou desigual. $D=6-6.5$. $d=4.83-5.2$. Lustre metallico intenso nas superficies não alteradas; côr de latão amarello-cláro uniforme ou quasi uniforme. Traço esverdeado.

Chym.: FeS_2 . Algumas variedades contẽem pequenas quantidades de As, Au, Ag ou Cu.

Diff.: Os crystaes não se confundem com os de nenhuma outra especie, mas as massas compactas ou concrecionadas de *pyrite* podem assemelhar-se mais ou menos ás de *marcassite*, *pyrrhotite* ou *chalcopyrite*. Os dois ultimos distinguem-se facilmente pela dureza, que é muito inferior, e podem todos distinguir-se ainda

pelo traço, especialmente tendo o cuidado de comparar o exemplar desconhecido com outros já classificados.

Jaz.: E um dos mineraes mais vulgares, quer isolado, quer associado a outros mineraes metallicos ou terrosos; encontra-se tanto em terrenos crystallinos, como em terrenos sedimentares.

Usos: As variedades auríferas utilizam-se para a extracção do ouro; as outras servem ordinariamente para o fabrico do acido sulfurico do commercio.

Marcassite. FeS_2 . $D=6-6.5$. $d=4.68-4.85$. A côr é mais clara e os exemplares sam muito mais alteraveis que os de *pyrite*. A *marcassite* disseminada nos lignitos das argillas terciarias emprega-se para fabricar o sulfato ferroso ou capa-rosa verde; as argillas pyritosas servem para a preparação do alumen.

Pyrrhotite. $n\text{FeS} + \text{FeS}_2$. $D=3.5-4.5$. $d=4.4-4.68$. Tem acção sobre a agulha magnetica, e algumas variedades offerecem o magnetismo polar. A côr é mais clara que a da *pyrite*, da qual se distingue aliás pela dureza.

Mohybdenite. MoS_2 . $D=1-1.5$. $d=4.2-4.8$. (Cf. 118).

Sesquisulfuretos

122. Antimonite. O nome que hoje se dá ao metal, ou antes ao metalloide, que figura nesta especie como elemento electro-positivo, servia a principio para designar o proprio mineral. A palavra *antimonite* foi mais tarde introduzida por Haidinger. Alguns etymologistas ingenuos, dando credito a uma fabulá imaginada pelo francês Jacques Perreau, suppõem que antimonio deriva do gr. *anti monachôn* (contra os monges). Os antigos gregos usavam o pó da antimonite para pintarem as sobrancelhas, e conheciam-nô com varios nomes (*stîmi, stîmmi, stîmis, stîbi*), cuja origem estrangeira é evidente; sam talvez corrupções dalguma palavra phenicia ou arabe. Com effeito, os arabes conheciam tambem este corpo desde epochas remotissimas e chamavam-lhe *ithmid* ou *athmud*, donde podem ter derivado por corrupção, tanto o grego *stîmi* e suas variantes, como o moderno *antimonio*, adoptado com pequenas modificações por quasi todas as linguas européas. O l. *stibium* derivou certamente de *stîbi*.

S. orthorhombico: $c : b : a = 1.009 : 0.984 : 1$. Crystaes: $\infty P, P, \infty P\infty$, ou massas de textura crystallina, fibrosa, granulosa ou compacta. Cliv. muito perfeita segundo $\infty P\infty$. Sectil. As laminas finas sam um pouco flexiveis. $D=2$. $d=4.52$. Lustre metallico; côr de chumbo; pó cinzento escuro manchando os dedos, como o da *graphite*. Fus. = 1.

Chym.: Sb_2S_3 . Soluvel em HCl fervente.

Diff.: Distingue-se pela sua clivagem perfeita numa só direcção, e pela extrema facilidade com que funde.

Jaz.: Encontra-se juntamente com outros mineraes metallicos, ou em filões especiaes.

Em Portugal tem sido explorada num grande numero de minas; mas a principal producção é no districto do Porto.

Usos: Serve para a extracção do antimonio; misturada com a graphite entra na composição dos lapis de escrever; associada a outras substancias usa-se tambem algumas vezes para o fabrico dos palitos pyrogenicos impropriamente chamados *phosphoros amorphos*.

Tetraedrite. Denomina-se tambem *minerio de cobre cinzento*, *panabase* e *Fahlerz*. Crystalliza habitualmente em tetraedros regulares e fórmas relacionadas com o tetraedro regular. $D = 3 - 4.5$. $d = 4.5 - 5$. $(R_2 S)_4 Sb_2 S_3 [R_2 = Cu_2, Fe, Zn, Ag_2, Hg, Co]$. Posto que seja um mineral frequente, raras vezes apparece em quantidades sufficientes para uma exploração remuneradora.

III — Oxydos

Bloxydos

123. Cassiterite. Der. do gr. *cassiteros* estanho, que se extrae exclusivamente desta especie. O estanho é um dos metaes que o homem primeiro soube utilizar; a sua descoberta data dos tempos prehistoricos, visto que entra na composição do bronze. O penta-teuco falla-nos do estanho. Contudo nas epochas mais remotas suppunha-se, que elle não era essencialmente distincto do chumbo; o proprio nome *cassiteros* parece que a principio foi empregado para significar ligas, em que tomavam parte outros metaes. Homero, por exemplo, dá a entender que considerava este corpo como uma especie de liga de chumbo e prata. O naturalista Plinio (23—79 P. C.) chamava-lhe ainda *plumbum album*, para o distinguir do chumbo vulgar ou *plumbum nigrum*. Entretanto o estanho foi sempre para os antigos um metal sagrado, e os alchymistas tinham-no dedicado a Jupiter. Cré-se que entre os povos historicos os phenicios fóram os primeiros que tornáram o estanho conhecido, assim como fóram elles tambem que conserváram sempre o monopolio deste commercio.

S. tetragonal: $\frac{c}{a} = 0,6724$. Crystaes: P, ∞P , ou em massas de textura fibrosa, granular ou compacta. Fragil. Fractura conchoidal ou desigual. $D = 6 - 7$. $d = 6.4 - 7.1$. Quasi transparente, translucida ou opaca; lustre adamantino (analogo ao do diamante) ou vitreo; cór acastanhada mais ou menos escura, ou avermelhada, cinzenta ou amarellada. Risca acastanhada, acinzentada ou esbranquiçada. Infusivel.

Chym.: SnO_2 . Aquecida sobre o carvão com uma pouca de soda, reduz-se com facilidade a um globulo de estanho metallico.

Diff.: O lustre, a infusibilidade e a densidade sam caracteres sufficientes, para distinguir este mineral de todos os outros, com que poderia confundir-se.

Jaz.: Aparece geralmente em filões ou em massas encravadas nos granitos e schistos crystallinos, ou nas areias que resultam da desagregação destas rochas. Algumas vezes encontra-se em concreções, de fôrmas arredondadas e textura fibrosa. As variedades existentes nos granitos sam ordinariamente mais diaphanas, de côr menos carregada e muito mais puras do que as das outras rochas.

Em Portugal os principaes jazigos acham-se nos districtos de Bragança, Villa-Real e Porto.

Usos: É o unico mineral empregado para a extracção do estanho.

Rutilo. Homeomorpho com a *cassiterite*; $\frac{c}{a}=0,6442$. $D=6-6.5$. $d=4,18-4,25$. TiO_2 .

Anatase. Tetragonal: $\frac{c}{a}=1,7777$. $D=5.5-6$. $d=3.82-3.95$. TiO_2 .

Brookite. Orthorhombico. $D=5.5-6$. $d=4.03-4.23$. TiO_2 .

124. Quartzo. Der. do all. *Quartz*, *Quarz* ou *Quaerz*; mas a etymologia destas fôrmas é incerta.

S. hexagonal. A fôrma habitual dos crystaes (fig. 63 a) é uma combinação do protoprisma com os dois rhomboedros complementares hemiedricos da protopyramide $P\left(\frac{c}{a}=1,0999\right)$; as faces do prisma sam regularmente estriadas (fig. 63 b) na direcção perpendicular ás arestas lateraes. Aparecem tambem com frequencia plagiedros

trigonaes da fórmula geral $\frac{mPn}{4} = \frac{mP \frac{m}{m-1}}{4}$. Cliv. quasi sempre indistincta. Fragil; fractura conchoidal. $D=7$. $d=2.5-2.8$.

Transparente — opaco; as variedades mais puras sam perfeitamente hyalinhas. Refracção dupla uniaxial; lustre vitreo, ás vezes tendendo para resinoso; côres accidentaes muito variaveis, sendo as mais frequentes: amarello, pardo, vermelho, rôxo, azul, verde ou preto. Infusivel.

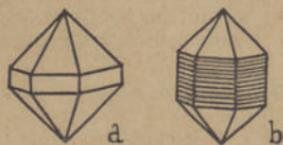


Fig. 63

Chym.: SiO_2 . As côres, principalmente nas variedades crystallizadas e transparentes, sam devidas a pequenissimas quantidades de substancias extranhas muitissimo diffundidas. Nas variedades com-

pactas encontra-se frequentemente uma fraca percentagem de opala intimamente misturada. Insolúvel na água e nos ácidos, excepto no HF.

Diff.: As estrias transversaes das faces prismaticas, a dureza (risca o vidro ordinario), a infusibilidade e a completa insolubili-
dade nos ácidos ordinarios e na água régia sam, em geral, suffi-
cientes para reconhecer com certeza os exemplares desta especie.

Principaes variedades: Classificá-las-hemos em duas sub-especies:
quartzo propriamente dito, e *calcedonia*.

1) *Quartzo propriamente dito*:

a) *Variedades macro-crystallinas*:

Crystal de rocha. Quartzos hyalino em crystaes distinctos ou
crystallizados em massa. Os antigos imagináram, que esta variedade de
quartzo não era mais do que gelo condensado e endurecido, o que os
levou a chamar-lhe *crystallos*, cuja significação litteral é *pillar* ou *co-*
lumna de gelo; mais tarde o termo generalizou-se, e deu origem ao l.
crystallum, donde derivou a nossa palavra *crystal*.

Amethysta (*amethystos*, der. de *a* priv. e *methyo* estar ebrio;
porque os antigos faziam da amethysta amuletos contra a embriaguez).
Quartzo róxo ou purpurino. A cór parece devida a substancias orga-
nicas diffundidas na massa geral, e talvez em parte a uma pequenissima
quantidade de oxydo ou hydrato manganico.

Q. defumado. Amarello defumado ou pardo mais ou menos es-
curo; transparente — opaco. A cór é devida a compostos organicos.

Falso topasio. Córr amarella semelhante á do topasio verdadeiro,
do qual se distingue pela fórma dos crystaes e pela falta da clivagem.
A materia córrante é hydrato ferrico.

Q. commum. Q. com textura crystallina mais ou menos perfeita,
mas sem fórma exterior regular. Translucido — opaco; esbranquiçado,
lacteio ou roseo.

b) *Variedades microcrystallinas ou compactas*:

Jaspe. Q. misturado intimamente com diversas substancias, que
lhe communicam côres mais ou menos vivas. Lustre baço nas superfi-
cies de fractura, mas susceptivel de magnifico polido nas superficies
lisas. Opaco. Textura compacta muito fina. A *basanite*¹ ou *pedra de toque*
é uma especie de jaspe negro.

Quartzito. Q. obscuramente granuloso; impuro. Córr variavel,
branco leitoso, amarellado ou acinzentado. Fórma grandes massas na
crusta terrestre.

2) *Calcedonia*. Designamos em geral por este nome as variedades
crypto-crystallinas, de fractura escamosa ou conchoidal, normalmente
mais tenazes e um pouco mais duras do que o quartzo propriamente
dito, e densidade média um pouco inferior. A lixivia de potassa ataca-a,
dissolvendo uma parte da silica no estado de silicato alcalino.

Calcedonia preciosa (*Chalcedon* ou *Calchedon*, antiga cidade da Asia
Menor, onde ella primeiro entrou para o commercio). Pedra transpa-
rente ou translucida de córr branca, amarellada, acinzentada, azulada,
parda ou preta; em fórmas mammillares ou estalactiticas, ou inerus-

¹ Do gr. *básanos*, pedra de prova.

tando outras especies mineraes ou as paredes de cavidades em certas rochas.

Carnéola, cornalina. Var. de calcedonia côr de carne ou arruivada.

Agata (segundo Plinio, o nome deriva de *Achates* riacho da Sicilia, hoje Drillo, em cujas margens fôram encontrados os primeiros exemplares de que ha memoria). Especie de calcedonia variegada; as côres formam desenhos nebulosos ou estratos distinctos, regularmente sobrepostos. Alguns apresentam no interior fôrmas dendriticas ou semelhante ramos de musgo, e chamam-se porisso *agatas arborizadas* ou *musgosas*.

Onyx (*ónyx*, unha). Como as agatas de estratos sobrepostos, mas os estratos sam planos e as côres alternam ordinariamente entre o branco e o preto.

Silex. Fractura largamente conchoidal; massa mais grosseira e menos translucida do que a da agata. É constituída fundamentalmente por esqueletos de diatomaceas (algas da ord. das Pheophyceas) e outros organismos marinhos. Comprehede duas sub-variedades principaes: *silex pyromácho* (*pyr*, fogo, e *maché*, combate, cf. all. *Feuerstein*), de que se fazem as pederneiras ordinarias; e *s. molar*, ainda mais grosseiro, que nalgumas localidades se utiliza para a construcção de mós de moinho.

Jaz.: É a especie mineral mais abundantemente representada na crusta terrestre, onde se encontra nas condições mais variadas: já formando exclusivamente camadas mais ou menos extensas ou filões, já como elemento essencial ou accessorio num grandissimo numero de rochas, já enfim em pseudomorphoses doutras especies ou de restos de seres organizados.

Usos: Sam tam numerosos como as suas variedades e os seus modos de jazigo. A variedade hyalina ou crystal de rocha é muito estimada para a construcção de lentes, prismas, micrometros e outras peças para instrumentos d'optica, assim como para obras de joalheria; as variedades de côres vivas e aspecto mais agradável, crystallinas ou compactas, sam empregadas na joalheria e em trabalhos de ornamentação e decoração; as areias obtidas artificialmente pela trituração, e as que resultam naturalmente da desaggregação do quartzo compacto ou das rochas quartzosas, servem para o fabrico do vidro, porcellana, faiença, etc., e entram na composição das argamassas; o quartzo compacto e grosseiro emprega-se como material d'alvenaria, no calcetamento de ruas, empedramento de estradas, etc. Nos tempos prehistoricos o homem utilizava-se já em larga escala deste magnifico mineral, predecessor economico do ferro e do aço, e fabricava com elle as suas armas de guerra, os seus utensilios mechanicos e domesticos, objectos de adorno, amuletos, etc.

Opala. É o typo dos mineraes amorphos. $D = 5.5 - 6.5$. $d = 1.9 - 2.3$. Hyalina — translucida; lustre vitreo, resinoso ou nacarado; côr branca, amarellada, acinzentada, esverdeada ou avermelhada, geralmente desmaiada. Chymicamente podemos considerá-la como quartzo hydratado ou como uma mistura de hydratos de silicio mais ou menos puros. Parece resultar da deposição de

silica gelatinosa. Encontra-se principalmente em concreções e em pseudomorphoses, mineraes ou organicas.

Sesquioxidos

125. Hematite. De *haimattites*, lit. pedra de sangue, alludindo á côr do pó (107). Este corpo era já assim conhecido por Theophrasto, philosopho grego do seculo iv A. C., e assim foi tambem descripto pelo naturalista Plinio. Hauy, preferindo considerá-lo debaixo do ponto de vista metallurgico, descreveu-o com o nome de *ferro oligisto*, do gr. *oligos* pouco em quantidade, porque este mineral offerece uma percentagem de ferro muito inferior á da *magnetite*.

Crystalliza em rhomboedros geralmente combinados com outras formas, e mais ou menos distorsidos; mas é mais vulgar em concreções ou em massas de textura crystallina, fibrosa, granulosa ou compacta. Aparece tambem em laminas brilhantes (*ferro especular*), em palhetas ou escamas crystallinas (*ferro micaceo*) ou em massas terrosas, ordinariamente em mistura com argilla e outras substancias terrosas. Fractura quasi conchoidal ou desigual. $H=5.5-6.5$. $d=4.5-5.3$. Algumas variedades sam fracamente magneticas. Opaca, excepto nas laminas muito finas; lustre metallico nos crystaes e variedades especular e micacea; preto ferrenho, castanho acinzentado escuro ou côr de sangue; risca sanguinea. Infusivel.

Chym.: Fe_2O_3 ; algumas var. contêm Ti ou Mg. Difficilmente atacavel pelos acidos.

Diff.: Quando a fórmula crystallina não se acha sufficientemente caracterizada, distingue-se principalmente pela côr e aspecto da risca, um pouco pela dureza e infusibilidade, e occasionalmente pela resistencia á acção dos acidos.

Jaz.: Encontra-se em massas e em filões no seio dos terrenos paleozoicos mais antigos, associada as mais das vezes a rochas siliciosas crystallinas; mas tambem em terrenos mais modernos, sobretudo ao contacto de rochas eruptivas. O ferro especular é frequente nos vulcões.

Entre nós o jazigo mais conhecido é na serra de Moncorvo, entre o Sabor e o Douro; mas o dr. Choffat indica a existencia duma grande massa ou filão de magnetite relacionada com a erupção ophitica do Zambujal, a N. E. de Porto de Mós, e encontra-se tambem o mesmo mineral noutras localidades, ainda que em jazigos que na actualidade offerecem pequena importancia.

Usos: Extracção do ferro.

Coryndon. Cryst.: R, $mP2$, $\infty P2$. $D=9$. $d=3.91-4.16$. Al_2O_3 . Os crystaes hyalinos (*telesia* ou *saphira branca*) sam perfeitamente puros; os côrados, transparentes ou translucidos, sam tambem

quasi puros, porque a percentagem da materia còrante é muito fraca: sam todos empregados como pedras preciosas de subido valor, e conhecem-se no commercio por nomes que variam com a coloração, como: *saphira oriental* (azul), *amethysta oriental* (purpurea), *rubim oriental* (vermelho), *topasio oriental* (amarello), *esmeralda oriental* (verde), etc. As variedades communs sam quasi ou completamente opacas e de còres acinzentadas ou mal definidas. O *esmeril* é coryndon granuloso intimamente misturado com hematite ou magnetite.

126. Limonite. Bendant derivou esta palavra do l. *limus* lodo, mas a formação é defeituosa; parece antes derivar do fr. *limon*, cuja significação é aliás a mesma.

Habitualmente em fórmats concrecionárias com textura fibrosa mais ou menos evidente; algumas vezes compacta ou terrosa. $D=5-5.5$. $d=3.3-4$. Opaca; lustre assetinado nas variedades finamente fibrosas; còr acastanhada escura; risca amarello-acastanhada.

Chym.: $(Fe_2)_2 H_6 O_9 = Fe_2 (OH)_6 + Fe_2 O_3$. A analyse accusa ainda a existencia doutras substancias, pela maior parte terrosas, que é costume considerar como impurezas, sendo as mais frequentes a argilla e a silica. Reduzida a pó e aquecida fortemente num tubo de ensaio, perde uma certa quantidade de agua, que se condensa nas partes frias das paredes do tubo.

Diff.: Distingue-se principalmente pela risca (107), e tambem pela densidade e pela exsudação aquosa no tubo.

Jaz.: É um mineral vulgar em todos os terrenos das series secundaria e terciaria, onde se encontra muitas vezes associado a outros mineraes de ferro ou de manganésio.

Usos.: E uma das fontes do ferro do commercio.

127. Espinellas. Grupo de mineraes homeomorphos da *espinella* propriamente dita ou *ceylanite* (originaria da ilha de Ceylão). A etymologia da palavra *espinella* é incerta; presume-se porém que deriva do l. *spina* com o suff. *-ella*, por causa da perfeição das arestas e angulos dos crystaes octaedricos deste mineral.

S. cubico, sendo as fórmats mais communs: O e ∞O , ordinariamente com vestigios duma cliv. segundo O. $D=5.5-8$. $d=3.5-5.2$. Infusiveis ou muito difficilmente fusiveis.

Chym.: Correspondem todas á fórmula geral $RR_2 O_4$, em que R pode representar um atomo de Mg, Zn, Al, Fe, Mn ou Cr.

As principaes especies sam:

<i>Espinella</i>	$Mg Al_2 O_4$
<i>Galmite</i>	$Zn Al_2 O_4$
<i>Magnetite</i>	$Fe Fe_2 O_4$
<i>Franklinite</i>	$(Fe, Zn, Mn)(Fe, Mn)_2 O_4$
<i>Chromite</i>	$(Fe, Mg, Cr)(Al, Fe, Cr)_2 O_4$

Wolframite. S. monoclinico. $c : b : a = 0,888 : 0,830 : 1$. ∞P , $\infty P\bar{\infty}$, $\frac{1}{2}P\bar{\infty}$. $D = 5 - 5.5$. $d = 7.1 - 7.55$. $F = 2.5 - 3$. *Chym* : (Fe, Mn)WO₄.

IV — Oxysacs

Silicinos

Fam. Silicatos

128. Zeolithos. Cronstedt deu este nome a um grupo de mineraes de formação secundaria, que tẽem a propriedade de fundir com facilidade e quasi sempre com intumescencia (*æeo*, ferver, e *lithos*, pedra).

Os elementos com que se formam resultam da alteração doutros silicatos naturaes, especialmente dos feldspathos e especies affins. As aguas que circulam em alta pressão nos intersticios das rochas, em que entram estas especies, actuando continuamente sobre ellas, atacam-nas com o decurso do tempo, e arrastam consigo os compostos que podem dissolver. Quando encontram espaços não capillares, como cavidades ou fendas, a pressão deminue immediatamente, e a maior parte da substancia dissolvida deposita-se sobre as paredes, revestindo-as de capas successivas com textura fibrosa ou perfeitamente crystallizadas.

As especies mais importantes sam :

<i>Alalcite</i>	H ₄ (Na ₂ , Ca) Al ₂ Si ₄ O ₁₄
<i>Natrolithe</i>	H ₄ Na ₂ Al ₂ Si ₃ O ₁₂
<i>Estilbite</i>	H ₁₀ (Ca, Na ₂ , K ₂) Al ₂ Si ₆ O ₂₁
<i>Harmotoma</i>	H ₁₀ Ba Al ₂ Si ₅ O ₁₉
<i>Chabazite</i>	H ₁₄ (Ca, Na ₂ , K ₂) Al ₂ Si ₅ O ₂₁

129. Granadas. Algumas das especies deste grupo eram já entre os antigos conhecidas pelo nome de *granati* (*lapides*), pela semelhança dos seus crystaes, sob o ponto de vista da cor e do aspecto, ás sementes da roman, em l. *granatum*. Dahi o port. *granada* = hesp. *granâte* = fr. *grenat* = all. *Granat* = ingl. *garnet*. Segundo Anselmo Boecio, medico do imperador Rodolpho II, a *granada* (*granatus*) era uma especie de *carbunculo* (*carbunculus*), isto é, uma pedra que *exposta á acção directa do Sol ou dum luz intensa reflectia uma cor vermelha brilhante, á maneira dum carvão acceso*. Theophrasto havia já empregado no mesmo sentido a palavra *anthrax* (carvão) e outros auctores antigos chamáram-lhe ainda *pyropus* (*pyr* fogo e *ops* olho). Hoje é muito diversa a accepção em que se tomam estas palavras : *granada* é o nome dum grupo

de especies muito analogas entre si pela fórma crystallina e pela constituição chymica; *pyrópo* ou *carbunculo* é o nome duma dessas especies, e a *almandina* (*almandinus*), que ainda na idade média era considerada como um mineral *intermediario ás granadas e aos rubins*, passou a representar outra especie de granada, a mais commum e typica do grupo. É a esta que vamos exclusivamente referir-nos.

Os crystaes pertencem ao systema cubico, sendo ∞O e $2O2$ as duas fórmas mais vulgares ou dominantes, como nas outras granadas. Fractura desigual. $D > 7$. $d = 4.1 - 3$. Transparente ou translucida; refracção simples; lustre vitreo — resinoso; cór entre vermelha e acastanhada, algumas vezes quasi e raras vezes totalmente preta. $F = 3$, convertendo-se num globulo magnetico mais ou menos escuro.

Chym.: $Fe_3Al_2Si_3O_{12}$. Pouco alteravel pelo HCl; mas depois de modificada pela acção da chamma torna-se decomponivel, com separação de silica gelatinosa.

Diff.: A fórma crystallina, a refracção simples, o lustre e cór, a fusibilidade, e enfin a acção do HCl, sam os principaes caracteres differenciaes desta especie.

Jaz.: Elemento accessorio vulgar nos schistos crystallinos, no gneiss e no granulito; mais raro no granito.

Usos: Os crystaes mais bellos pela transparencia ou pela cór sam muito apreciados como pedra preciosa, especialmente a variedade conhecida por *granada oriental*.

130. Feldspathideos. Seguindo a opinião auctorizada deLaparent, reunimos num grupo unico os *feldspathos* propriamente ditos e os mineraes a que este auctor applicou a designação de *feldspathoides*, porisso que tanto pela sua composição chymica como pelas suas associações habituaes representam um papel essencialmente analogo ao dos *feldspathos*.

Na nomenclatura antiga da sciencia dava-se, em geral, o nome de *spatho* (do all. *Spath*, cf. *spalten* fender, gr. *spáthe* = l. *spatha*, especie de espada de folha larga, l. *spathula* = port. *espatula*, etc.) a todo o mineral regularmente crystallizado que, em virtude duma clivagem facil, se dividisse naturalmente em laminas mais ou menos extensas; por outras palavras, *spatho* era o mesmo que *mineral laminar*. Conheciam-se várias especies de *spathos*, a saber: *e. adamantino* = coryndon hyalino; *feldspatho* = e. dos campos (do all. *Feld* campo), pela sua abundancia em grandes extensões do campo ou territorio allemão; *e. calcareo* = calcite laminar, que se apresenta no maximo grau de pureza e limpidez na var. conhecida por *e. de Islandia*; *e. pesado* = baryte laminar; *e. fluor* = fluorite laminar; etc.

A. Feldspathos. Grupo de mineraes homeomorphos de summa importancia como elementos fundamentaes das rochas mais abun-

dantes na crusta do globo. Crystallizam parte no syst. monoclinico e parte no triclínico, com relações axiaes, fôrmas e texturas perfeitamente analogas. Em todos se notam duas clivagens principaes, sendo uma (a mais perfeita) segundo 0P, e a outra segundo $\infty P\infty$ nas variedades monoclinicas e segundo $\infty P\infty$ nas triclínicas; donde resulta que nas primeiras as duas direcções de clivagem sam perpendiculares entre si (*orthoclase*)¹ e nas segundas ligeiramente inclinadas (*plagioclase*)². $D = 6 - 7$. $d = 2.44 - 2.78$. Transparentes — translucidos; refração dupla biaxial; ordinariamente brancos, cinzentos ou côr de carne; risca incolor ou branca.

A plagioclase distingue-se da orthoclase pelo valor do angulo das duas clivagens ou pela estriação fina, regular, que se observa nas superficies da clivagem mais nitida (segundo 0P).

A orthoclase (fig. 64) comprehende uma só especie; mas a plagioclase comprehende várias, cujas principaes sam: *albite*, *oligoclase*, *labradorite* e *anorthite*. A fusibilidade typica das cinco especies é respectivamente = 5, 4, 3.5, 3, 5.

Chym.: A composição chymica varia muito, mas pode representar-se typicamente pelas seguintes fórmulas:

<i>Orthoclase</i>	$K_2 Al_2 Si_2 O_8 . (Si O_2)_4$
<i>Albite</i>	$Na_2 Al_2 Si_2 O_8 . (Si O_2)_4$
<i>Oligoclase</i>	$(Na_2, Ca) Al_2 Si_2 O_8 . (Si O_2)_3$
<i>Labradorite</i>	$(Ca, Na_2) Al_2 Si_2 O_8 . Si O_2$
<i>Anorthite</i>	$Ca Al_2 Si_2 O_8$

A comparação destas fórmulas mostra que, para quantidades equivalentes dos elementos metallicos, as quantidades ponderaes do elemento acido (silica) diminuem successivamente desde a orthoclase e a albite até a anorthite, sendo a transição mais rapida entre a oligoclase e a labradorite. Este facto, que aliás está em harmonia com outras propriedades dos feldspathos, deu logar á sua classificação em dois grupos com a designação de *feldspathos acidos* (orthoclase, albite, oligoclase) e *feldspathos basicos* (labradorite, anorthite); os primeiros sam inatacaveis pelos acidos chlorhydrico e nitrico, enquanto os segundos sam mais ou menos atacaveis, com separação de silica, que se precipita.

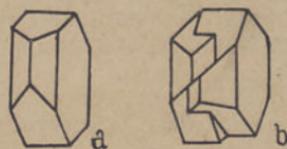


Fig. 64. Crystaes de orthoclase com a fôrma composta $\infty P\infty . \infty P$. 0P. 2P ∞ : a crystal simples; b macela de dois individuos (segundo a lei de Carlsbad).

¹ De *orthós*, recto, e *clásis* de *cláo*, partir, clivar.

² De *plágios*, obliquo, e *clásis*.

Diff.: Os feldspathos distinguem-se das outras especies mine-
raes pelos diferentes caracteres que ficam indicados, mas a maior
parte das vezes basta attender ás suas fórmãs crystallinas ou sim-
plesmente ás duas clivagens em angulo recto ou quasi recto. Na
introducção deste livro (11) tivemos occasião de nos referir a este
caracter, para distinguir o feldspatho nos granitos; a distincção é
ainda mais evidente nas variedades de granito, a que em Portugal
se chama *dente-de-cavallo*; ahí os grandes crystaes brancos, a que
o nome allude, sam de feldspatho orthoclase.

Usos: A orthoclase branca entra na composição da pasta da
porcellana. As variedades terrosas, que verdadeiramente sam pro-
ductos de alteração dos feldspathos pelos agentes atmosphericos,
têm sido empregadas na agricultura como correctivos dos terre-
nos.

B. *Feldspathoides*. As especies mais importantes sam a *leucite*
e a *nephelite*, que podemos assimilar aos feldspathos basicos.

Leucite. Tetragonal (v. Rath.): $\frac{c}{a}=1,0527$; ordinariamente com
a fórmula composta $\frac{1}{2}P. 2P2$, cujo aspecto é muito semelhante aos
crystaes cubicos da fórmula $2O2$, o que fez com que a principio a
considerassem alguns como uma granada branca. Segundo as
observações de C. Klein a leucite deveria ser considerada como
orthorhombica. $D=5.5-6$. $d=2.44-2.56$. Lustre vitreo;
côr branca¹ ou acinzentada. Infusivel ou difficilmente fusivel.
 $K_2Al_2Si_2O_8.(SiO_2)_2$. O acido chlorhydrico decompõe-na precipi-
tando a silica no estado pulverulento.

Nephelite. Hexagonal: $\frac{c}{a}=0,839$; crystaes ordinariamente com
a fórmula composta $\infty P. 0P$ mais ou menos modificada. Cliv. dis-
tincta segundo ∞P . $D=5.5-6$. $d=2.5-2.65$. Lustre vitreo;
a var. *eleolitho*² tem aspecto oleoso; côr branca ou amarellada.
 $F=3.5$. $(Na, K)_2Al_2Si_2O_8$. O acido chlorhydrico decompõe-na
precipitando a silica no estado gelatinoso.

131. Micas. Do l. *mico*, que significa ao mesmo tempo saltar
e brilhar. É palavra usada desde tempos immemoriaes, para de-
signar as *migalhas de laminas brilhantes*, que sobresaem na maior
parte das areias, quando sobre ellas incide a luz solar; moderna-
mente applica-se a um grupo muito natural de especies mine-
raes constituídas sempre por laminas crystallinas brilhantes e elasticas.
Sam duma tenuidade superior á do papel mais fino, mas encon-
tram-se sobrepostas umas ás outras formando laminas mais espes-

¹ *Leucós*, branco; donde derivou o nome desta especie.

² *Élaion*, azeite.

sas, facilmente esfoliáveis com a ponta duma navalha ou com a unha. Estas laminas sobrepõem-se ainda frequentemente em maior ou menor numero empilhando-se um tanto á maneira do dinheiro contado, o que levou o povo das nossas provincias do norte, principalmente o do alto Minho, onde esta disposição é ás vezes vulgar, a chamar metaphoricamente ao mineral *dinheiro de reposa*. Os auctores antigos fazem já larga menção deste grupo de mineraes com a designação commum de *pedra especular* (*specularis lapis*).

As micas podem distribuir-se em duas series, a que chamaremos por simplicidade *mica branca* e *mica negra*. Na primeira acham-se comprehendidas as micas alcalinas e as micas calcicas, geralmente incolores, brancas ou de côres claras; nas segundas as micas ferro-magnesicas e as ferro-lithicas, geralmente de côres escuras, negras ou quasi negras. As especies mais communs e, por assim dizer, typicas do grupo sam a *moscovite* ou *vidro de Moscovia* (alcalina) e a *biotite* (ferro-magnesica).

Os cristaes das micas sam as pilhas de laminas, a que nos acabamos de referir. Apparentemente apresentam uma symetria de caracter hexagonal, mas as suas propriedades physicas, especialmente as propriedades opticas, têm levado os crystallographos a referi-las ao systema monoclinico, com o eixo principal quasi perpendicular á clinodiagonal, e com uma relação axial, que dá ao protoprisma dois angulos diedros eguaes ou quasi eguaes a 120° , e outros dois eguaes ou quasi eguaes a 60° . A truncatura dos dois diedros agudos, isto é, a combinação do protoprisma (∞P) com o clinopinacoide ($\infty P\infty$) produz um prisma, que á vista se confunde com o prisma hexagonal regular. As laminas sam paralelas ao basipinacoide (0P), e a sua separabilidade representa uma clivagem eminente segundo 0P. $D=2-4$, ordinariamente 2.5. $d=2.5-3$.

Chym.: A composição das micas é tam complexa e variavel, que não é possível representá-la por uma fórmula definida; verdadeiramente sam misturas homeomorphas de silicatos de tres typos distinctos (pelo menos) e um hydrato condensado de silicio, cujos oxhydrolyos e oxygenio do radical podem ser substituidos por quantidades equivalentes de fluor. Nas micas alcalinas, os metaes dos silicatos sam Al e metaes alcalinos (Li e K ou Na); nas calcicas, Al e Ca; nas ferro-magnesicas, Fe e Mg, além do Al e metaes alcalinos; nas ferro-lithicas, Fe e Li, além do Al e do K.

Diff.: Distinguem-se dos outros mineraes de aspecto e textura semelhantes pela elasticidade e brilho das laminas, em que se dividem.

Jaz.: Sam um elemento commum nas rochas crystallinas.

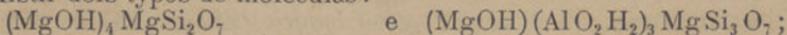
Usos: A *moscovite* (*vidro de Moscovia*) apparece ás vezes em laminas sufficientemente grandes e transparentes para servir como a chapa de vidro ordinario em caixilhos e em lanternas. As variedades communs, em laminas miudas ou trituradas, empregam-se como a areia preta ou de côres, para polvilhar a escripta, flores

artificiaes, etc. Os *pós brilhantes*, que as damas espalham sobre os cabellos, especialmente na epocha do carnaval, sam ainda particulas de diferentes variedades de micas. Na antiguidade todos estes usos eram já conhecidos e, além destes, um outro assás interessante para a história da moda e da vaidade humana: a maior parte das micas, senão todas, reduzem-se pela calcinação a um pó branco finissimo, com que as mulheres preparavam uma especie de *escaiola*, para branquear a pelle e encobrir as rugas.

132. Chlorites. De *chlorós* verde, propriamente verde-relva (*chlorós* = *chloa-ró-s*, de *chlóe*, relva, herva). Não obstante a referencia de Plinio a um mineral *herbacei coloris*, a que elle já dá a denominação de *chlorite* (*chlorites lapis*) a sua descripção é de tal modo nebulosa, que mal se poderá affirmar ser esse corpo identico ao que Werner classificou e descreveu com o mesmo nome. Segundo os auctores modernos as *chlorites* sam propriamente um grupo de especies, que offerecem muitas analogias com as *micas*.

Apresentam-se como estas em fórmulas de symetria apparentemente hexagonal divididas em laminas finas por uma clivagem parallela ao basipinacoido (OP), mas as laminas, posto que flexiveis, sam pouco elasticas. O exame das propriedades opticas leva-nos a referi-las todas tambem ao syst. monoclinico. $D=2-3$. $d=2.6-2.9$. Podemos agrupá-las em volta de tres especies principaes, ligadas entre si por uma infinidade de variedades difficeis de separar, a saber: *prochlorite*, *clinochloro* e *pennina*. A cór é geralmente verde, mas algumas variedades sam cór de rosa (*rhodochromatite*, *kämmererite*, *kotschubeyite*), outras amarellas (*leuchtenbergite*). Difficilmente fusiveis.

Chym.: Misturas de silicatos homeomorphos, em que parecem existir dois typos de moleculas:



uma certa quantidade de Mg é ordinariamente substituida por Fe. Sam mais ou menos atacaveis pelo HCl concentrado.

Diff.: Distinguem-se das micas pela cór e relativamente fraca elasticidade das laminas.

Jaz.: As *chlorites* sam muito abundantes em todas as rochas, onde apparecem como productos secundarios, resultantes da decomposição *in situ* de mineraes ferro-magnesicos, como as micas, pyroxenas, amphibolas, etc.

133. Olivina. Do l. *olivum* azeite d'oliveira, alludindo á sua cór e aspecto habituaes. O nome foi-lhe dado por Werner, que foi quem primeiro descreveu esta especie; mas é tambem conhecida, principalmente na litteratura franceza, pela designação de *peridoto*, imaginada por Hauy. Esta ultima deriva do gr. *peridotós*, adj. verbal do v. *perididomi* circundar, envolver; porque o mineral é muito sujeito a alterar-se ao contacto da humidade e dos agentes

oxydantes, apparecendo então os seus fragmentos envolvidos pelos productos desta alteração, que consistem de ordinario numa capa de serpentina ou duma substancia ferruginosa avermelhada. A olivina é a especie mais commum dum grupo interessante de mineraes silicatados (grupo da olivina ou do peridoto), que podemos em geral considerar como misturas homeomorphas dos orthosilicatos de Mg, Fe e Mn.

Crystalliza no syst. orthorhombico, mas encontra-se as mais das vezes em grãos crystallinos de contorno irregular, sem clivagens distinctas. $D=6-7$. $d=3.3-3.5$. Transparente ou translucida; lustre vitreo; cór verde amarellada ou acastanhada com variantes para tons mais claros ou mais escuros; risca branca. Infusivel, principalmente nas variedades menos ferruginosas.

Chym.: A composição pode referir-se á fórmula $(Mg, Fe)_2 SiO_4$. Os acidos decompõe-na facilmente, substituindo o acido silicico, que se precipita em estado de geléa.

Diff.: Disiingue-se pelo aspecto e cór dos seus grãos, pelas propriedades opticas e pela infusibilidade.

Jaz.: É um elemento commum nas rochas eruptivas, como o basalto, melaphyro, diabase e outras.

Fayalite. É um mineral do grupo da olivina, reconhecido pela primeira vez nas escorias vulcanicas da ilha do Fayal (Açores). Encontra-se em crystaes perfeitos na lava de Hafnefjord, na Islandia. É o typo mais ferruginoso do grupo, visto corresponder á fórmula $Fe_2 SiO_4$.

134. Serpentina. Apesar da communitade etymologica, não devemos confundir a especie mineral conhecida hoje por este nome com as *rochas serpentinosas*, tambem denominadas *serpentinias*, nem com as rochas eruptivas modernas conhecidas pela designação de *ophitos* (*óphis* serpente). Dioscorides Pedanius e o naturalista Plinio descrevem-nos a *ophites* ou *ophitis lithos* = *ophites lapis* como um typo de rochas, geralmente verdes, com manchas comparaveis ás das pelles das serpentes, e chegam até a preconizá-las como o melhor antidoto contra o veneno das serpentes. A palavra *serpentina* appareceu pela primeira vez na idade média, com a mesma significação que se dava ao *ophites lapis*, isto é, correspondendo pela maior parte ás rochas, a que actualmte chamamos *serpentinias*. O mineral *serpentina* é a substancia predominante destas rochas.

Não se conhece em crystaes proprios, mas sim em pseudomorphoses ou em massas de fractura conchoidal, desigual ou esquirolosa; a textura, examinada com a vista desarmada, parece fibrosa, foliacea ou compacta, mas examinada com o microscopio em secções finas apresenta-se-nos normalmente fibrosa. Sectil. $D=2.5-4$. $d=2.5-2.7$. Macia ou unctuosa ao tacto. Translucida — opaca; cór verde escura, verde alliacea, verde-pistacho, algumas vezes cinzenta, amarellada ou arruivada. A *serpentina nobre* (*edler Ser-*

pentin) é mais translúcida e tem geralmente uma cor verde-azeitona mais ou menos clara. Risca branca. $F = 6$.

Chym.: $(HO)_2(Mg OH)_2 Mg Si_2 O_5 = H_4 Mg_3 Si_2 O_9$. Uma certa quantidade de Mg é quasi sempre substituída por Fe. Decomponível pelos ácidos HCl e H_2SO_4 .

Diff.: A textura, dureza, densidade, lustre e cor habitual sam caracteres de facil observação e em geral sufficientes para a distinguir.

Jaz.: Forma filões ou massas irregulares intercaladas nos terrenos estratificados, e encontra-se tambem num grande numero de rochas silicatadas, onde resulta da alteração de diferentes mine-raes, que ahí existiam, ou enfim em veios através de rochas calca-reas ou dolomíticas.

Usos: As rochas serpentinosas sam susceptiveis de polido, como os marmores, e com estes confundidas pelo vulgo. Os antigos fabricavam copos e vasos de serpentina, de que se serviam para diferentes usos domesticos.

135. Talco. É palavra de origem arabe, e significa *terra gorda*. A *pedra ollar* (*lapis ollaris*), a *esteatite* (*steatites*, de *stéar* sebo), a *cré de Briançon*, *cré de Hespanha*, etc. sam variedades de talco mais ou menos conhecidas já pelos antigos.

O talco é provavelmente orthorhombico, ou antes monoclinico, segundo se deprehende das suas analogias com as chlorites e as micas. Cliv. muito perfeita segundo 0P. Textura foliacea, granulosa mais ou menos fina, e ás vezes compacta ou crypto-crystallina. Sectil. Nas variedades foliaceas as laminas sam muito flexiveis, mas não elasticas. Unctuosos. $D = 1 - 1.5$. $d = 2.56 - 2.8$. Trans-lucido ou quasi opaco; lustre nacarado nas superficies de clivagem; cor verde, esverdeada, cinzenta ou branca; risca ordinariamente branca. $F = 6$.

Chym.: $H_2 Mg_3 Si_4 O_{12}$. Indecomponível pelos ácidos.

Usos: O talco entra como vehiculo na composição dos lapis de cores ou *pasteis*, e faz parte de várias fórmulas de arrebiques e cosmeticos. Os alfayates usavam-no antigamente para riscar no panno, mas hoje preferem-se para esse fim as variedades brancas conhecidas no mercado por *cré de Briançon*, *cré d'Hespanha*, ou pastas de varias cores, preparadas com estas variedades reduzidas a pó e misturadas com substancias corantes. A *pedra ollar* serve para a confecção de panellas e outras peças de loiça para a cocção dos alimentos, como a loiça de barro ordinario.

136. Kaolim. De *kao-ling*, nome que os chinézes applicam a esta substancia. A *myelite* (gr. *myelós*, medulla) = all. *Steinmark*, a *pholerite* ou *pholidite* (gr. *pholis*, th. *pholid*, escama) e a *nacrite* (fr. *nacre*, nacar) sam as variedades mais importantes desta especie.

Syst. monoclinico ou triclinico. Em laminazinhas ou escamas constituindo ordinariamente massas de aspecto compacto ou ter-

roso. As variedades crystallinas ou lamellosas têm uma cliv. perfeita segundo OP. Laminas flexiveis, mas não elasticas. Mais ou menos doce ao tacto ou unctuoso. $D = 1 - 2$. $d = 2.4 - 2.6$. Translucido ou quasi opaco; lustre nacarado nas superficies de clivagem; côres claras — branco, acinzentado, amarellado, esverdeado, acastanhado, avermelhado ou azulado. Infusivel.

Chym.: $(Al O_2 H_2)_2 Si_2 O_5 = H_2 O$. $H_2 Al_2 Si_2 O_8$ (130 A). Em geral pouco atacavel pelo HCl.

Diff.: Caracteriza-se pela tactilidade e pelas propriedades chymicas do Al, que falta entre os elementos essenciaes da serpentina e do talco.

Jaz.: Nalgumas localidades encontra-se em grandes massas, resultantes da alteração de rochas ricas em feldspatho. As aguas terrestres, com ou sem anhydrido carbonico dissolvido, atacam o feldspatho fazendo-lhe perder a transparencia e o lustre, e modificando-lhe a textura e a côr; a transformação chymica consiste essencialmente na separação duma certa quantidade de silica, que pode tomar a fôrma do quartzo ou da opala, e na hydratação simultanea do residuo do feldspatho, enquanto o K, Na ou Ca sam substituidos atomicamente pelo H. Estes metaes sam arrastados pela corrente aquosa convertidos em carbonatos ou silicatos. Esta serie de phenomenos tem o nome de *kaolinização*.

A *myelite* encontra-se especialmente accumulada em cavidades nas rochas feldspathicas, fazendo lembrar a medulla (gr. *myelós*) nas cavidades dos ossos; a *pholidite* apparece em laminas finas ou escamas (gr. *pholis*) nas fendas das formações carbonosas, e a *nacrite* nas gangas de certos minerios.

Em Portugal sam conhecidos os jazigos kaoliniferos de Bellas, prox. de Lisboa, e os d'Alencarce, no c. de Soure. A *nacrite* foi reconhecida pelo Dr. A. Ben-Saude na ganga da antimonite (122) da mina, hoje abandonada, de Côrtes Pereiras, prox. d'Alcoutim, e na da Tapada, dist. do Porto.

Usos: Os mais importantes sam no fabrico da *porcellana*, na *faenza*¹ fina ou *loiça de pó de pedra* e na *loiça de pedernal*² (cf. all. *Steingut* e ingl. *stone ware*, lit. baixella de pedra), como a das botijas de genebra.

137. Silicatos da fórmula $[R''SiO_3]_n$: Esta fórmula representa um grupo muito importante de mineraes, que sam considerados como misturas homeomorphas de silicatos da mesma constituição,

¹ De *Faenza*, nome duma cidade italiana. *Faiança*, como por ahi se vê escripto aportuguezando o fr. *faience*, é barbarismo.

² No commercio chama-se-lhe impropriamente *loiça de grès*, adoptando como nossa a palavra franceza *grès*, de formação irregular. Esta pasta não tem aliás relação alguma com a rocha a que os proprios francezes dam o nome de *grès*. Duplo motivo pois para a rejeitarmos.

sendo em geral $R = \text{Ca, Mg, Fe}$, ou mais raramente $= \text{Mn, Zn, Na}_2$. Nalgumas variedades figura uma certa percentagem de alumina, que segundo Tschermak existiria na combinação $R\text{Al}_2\text{SiO}_6 = \text{Al}_3\text{O}_3$. RSiO_3 occupando o lugar de 2 moléculas RSiO_3 .

Este grupo comprehende especies orthorhombicas, monoclinicas e triclinicas, distribuidas em duas series parallelas: — a das *amphibolas* (gr. *amphibolos* ambiguo, pelas ambiguidades e confusões a que estes mineraes deram logar, até que os seus caracteres puderam enfim ser definidos), e a das *pyroxenas* (*pyr* fogo e *xénos* extranho, por se admitir a principio que, não obstante a frequencia destes mineraes entre as rochas vulcanicas, a formação fosse constantemente por via humida). Uns e outros, qualquer que seja o seu systema crystallographico, apresentam duas clivagens distinctas, parallellas ás faces do protoprisma respectivo e formando entre si angulos de proximamente 124° (*amphibolas*) ou prox. $92^\circ - 93^\circ$ (*pyroxenas*).

Limitar-nos-hemos, por falta de espaço, a descrever summariamente os principaes caracteres das seguintes especies:

A. Amphibolas:

B. Pyroxenas:

Orthorhomb.:

Bronzite.

Monoclinicas:

Tremolite.

Actinolitho.

Hornblenda.

Augite.

A. *Tremolite* (do valle de *Tremola*, no monte S. Gotthard, onde o padre Pini a descobriu pela primeira vez). Crystaes allongados, ou aggregados de fibras dispostas radialmente. $D=5-6$. $d=2.9-3.2$. Branca, cinzenta ou esverdeada. Ca Si O_3 . $[(\text{Mg, Fe}) \text{Si O}_3]_3 = \text{Ca}(\text{Mg, Fe})_3 \text{Si}_4 \text{O}_{12}$. Não sam raros os exemplares de tremolite transformada em talco, o que aliás se comprehende pela comparação das respectivas fórmulas.

Actinolitho (gr. *actis*, th. *actin*, raio. Cf. all. *Strahlstein*). Crystaes semelhantes aos da tremolite, ou fibras ordinariamente em disposição radiada. $D=5-6$. $d=3-3.2$. Verde aliaceo — verde escuro. $F=4$. Comp. chym. como a da tremolite, mas com uma percentagem de Fe um pouco maior, e em relações semelhantes com o talco.

As variedades de tremolite e de actinolitho em fibras longas, mais ou menos finas, flexiveis e facilmente separaveis, sam conhecidas desde a antiguidade pelo nome de *asbesto* (gr. *ásbestos*

inconsummível, de *a priv.* e *sbén-nu-mi*, cf. ital. *spéndere*, ingl. *to spend*, all. *spenden*) ou *amianto* (gr. *amíantos* immaculavel, de *a priv.* e *miaino* p. **mian-i-o* macular)¹.

Hornblenda (fig. 65) [lit. *blenda cornea*, alludindo á fractura esquirolosa das variedades mais communs. A palavra *blenda* vem do all. *blenden*, deslumbra, cegar, tapar a vista, etc., e foi escolhida para designar em commum um certo numero de mineraes realmente muito differentes, mas que, pela semelhança do aspecto exterior, os antigos não sabiam discriminar. Desse numero a *hornblenda* e a *esphallerite* (*Zinkblende* dos allemães) sam os unicos que ainda conservam vestigio de semelhante denominação]. Commumente em grãos de textura regular e contorno irregular, ou em crystaes perfeitos. Fractura desigual ou esquirolosa. Tenaz. $D = 5 - 6$. $d = 3 - 3.47$. Cór escura, esverdeada, azulada, acinzentada ou acastanhada; ás vezes completamente preta. A comp. chym. corresponde a uma mistura homeomorpha dos silicatos elementares da tremolite (CaSiO_3 , MgSiO_3 , FeSiO_3) e silicatos aluminosos, que parecem pertencer á fórmula RAl_2SiO_6 .

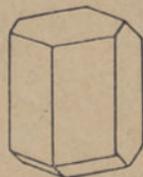
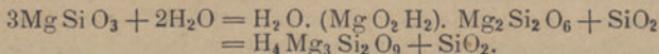


Fig. 65. Crystal de hornblenda com a fórma composta ∞P . $\infty P \infty$. $0P$. P .

B. *Bronzite*. Ordinariamente em grãos crystallinos com as duas clivagens segundo ∞P e uma terceira segundo $\infty P \infty$. Ás vezes textura fibrosa nas superficies de clivagem. $D = 5.5$. $d = 3.2 - 3.3$. Lustre entre sub-metallico e nacarado ou vitreo; cór bronzçada, acastanhada ou acinzentada. $F = 6$. Comp. chym. correspondente á formula $(\text{Mg}, \text{Fe})\text{SiO}_3$, isto é, a uma mistura dos silicatos MgSiO_3 e FeSiO_3 com predomínio do primeiro. Em certas circumstancias pode transformar-se em serpentina (134), como se vê pela seguinte equação:



Augite (fig. 66) (gr. *augé*, brilho. Cf. all. *Auge*, olho). O aspecto e quasi todas as propriedades physicas e chymicas sam muito se-

¹ Alguns auctores têm pretendido encontrar entre o *asbesto* e o *amianto* uma differença, que os escriptos antigos não justificam. Os antigos fiavam e teciam o *asbesto*, como o linho, e faziam com elle toalhas, de que se serviam para diversos fins. Os cadaveres das pessoas reaes eram envolvidos nesta especie de tecidos incombustiveis, antes de se depositarem sobre as pyras para a cremação (*Regum inde olim tunica febant, ut cremata cadavera a reliquo cinere separarentur*. Boetius de Boot, Gemmarum et Lapidum Historia, 1636 — p. 382).

melhantes nesta especie e na hornblenda, sendo ás vezes extremamente difficil o distingui-las, principalmente nas rochas em que podem encontrar-se reunidas; mas a differenciação torna-se facil, quando apparecem em crystaes perfeitos ou em grãos crystallinos com as clivagens distinctas.

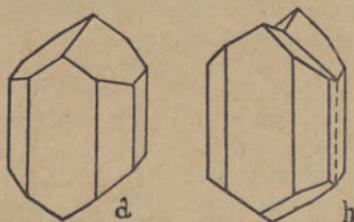


Fig. 66. Crystaes de augite com a fôrma composta $\infty P\infty$. ∞P . $\infty P\infty$. $-\frac{1}{2}P$.
a Crystal simples; *b* macla de dois individuos com o eixo de hemitropia perpendicular a $\infty P\infty$.

melhada ou esverdeada. $(AlO)_2 SiO_3 = Al_2 SiO_5$. A variedade mais commum (*chiastolitho*)¹ apresenta-se em prismas rectangulares quasi quadrados, tendo no seio da massa uma substancia carbonosa regularmente accumulada em volta do eixo e junto das arestas.

Jaz.: Encontra-se em crystaes disseminados nos granitos, gneiss e outras rochas crystallinas, ou em terrenos sedimentares, geralmente piçarras argilosas, nas proximidades de certas massas eruptivas. O actual director dos trabalhos geologicos, Nery Delgado, communicou em 1888 ao Congresso Geologico de Londres um curioso exemplo de piçarras *chiastoliferas* da região paleozoica de Valongo, a poucos metros de distancia do granito porphyroide, que atravessa de N. a S. a nossa provincia do Minho, e mais tarde descobriu o mesmo phenomeno do lado oriental desta mesma massa eruptiva.

139. Topasio (de *Topásios*, natural da ilha *Tópasos*, no Mar Vermelho. Deve porém observar-se, que este nome foi dado ao mineral, a que hoje se chama *chrysolitho*, ao passo que o nosso *topasio* é que era o *chrysolithos* dos antigos). Syst. orthorhombico; cliv. segundo $0P$. Fractura conchoidal — desigual. $D=8$. $d=3.4-3.65$. Pyroelectrico polar. Transparente — translucido; lustre vitreo; incolor — côr de palha, amarello alambreado — vinoso, avermelhado, esverdeado ou azulado. Infusivel. $[Al(O, F_2)]_2 SiO_3$.

¹ Do gr. *chiastós*, cruzado em fôrma de X, e *lithos*, pedra. Allude á figura que apresentam as secções transversaes dos prismas desta variedade.

140. Estauroolitho (fig. 67) [de *staurós* cruz, e *lithos* pedra. Devemos porém advertir, que o *lapis crucifer* dos antigos não era este mineral, mas sim o *chiasolitho* (138) (Cf. Boetius de Boot, loc. cit., p. 436)]. Syst. orthorhombico, ordinariamente em maclas, cujos individuos se cruzam em angulos quasi rectos, ou de 60° e 120° ; os *crystaes* simples correspondem as mais das vezes á combinação ∞P . $\infty P \infty$. $0P$. Clivagem distincta segundo $\infty P \infty$. $D = 7 - 7.5$. $d = 3.4 - 3.8$. Translucido — opaco; cores acastanhadas ou arruivadas mais ou menos escuras. A maior parte das variedades sam infusiveis. Comp. chym. muito complexa, podendo representar-se approximadamente pela fórmula $FeSiO_3$. $(AlOH)SiO_3$. $[Al_2O_3]_2 = HFeAl_5Si_2O_{13}$.

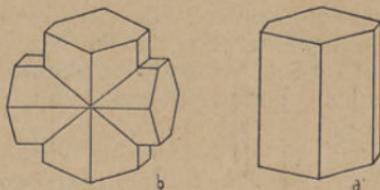


Fig. 67

141. Turmalina [da palavra *turamali*, pela qual se diz que este mineral era conhecido no Ceylão, quando os hollandeses o trouxeram de lá para a Europa em 1803. As variedades escuras, muito vulgares entre os mineraes accessorios dos jazigos de estanho, recebêram dos antigos mineiros allemães a designação de *Schörl* = sueco *Skorl* (cf. gr. *scór*, excremento, e *scoria*, escoria), provavelmente pela dupla razão da sua inutilidade industrial e da cor, que ás vezes pode assemelhar-se um tanto á da *cassiterite* (123)]. *Crystaes* prismaticos de symetria ternaria mais ou menos alongados, com as faces lateraes canneladas longitudinalmente e terminadas por formas pyramidaes ou romboedricas differentes nas duas extremidades; as secções transversaes sam grosseiramente triangulares. Fragil como o vidro. $D = 7 - 7.5$. $d = 2.94 - 3.3$. Pyroelectrica polar. Transparente — opaca; dupla refração uniaxial energica; lustre vitreo; as variedades mais communs sam de cor verde-garrafa escura ou completamente pretas, mas existem igualmente variedades mais claras, verdes e doutras cores, azues, aniladas, avermelhadas, amarelladas e até incolores. Pleochroismo notavel. $F = 3 - 5$.

Chymicamente parece ser uma mistura homeomorpha de silicatos ou boro-silicatos de Al, Fe, Mn, Mg, Ca, Na, K e Li, contendo tambem geralmente algum F e H. Indecomponivel pelos acidos; mas tendo sido previamente fundida torna-se atacavel pelo H_2SO_4 .

Fam. Carbonatos

142. Calcite. Der. do l. *calx*, th. *calc*, cal. Cf. l. *calc-ulu-s*.

Hexagonal hemiedrica: $\frac{c}{a} = 0.8543$. É o mineral mais rico em formas crystallinas, entre as quaes predominam os rhomboedros e os escalenoedros. Encontra-se tambem regularmente crystallizada em massa (71), ou em concreções (90), pseudomorphoses (114) ou massas mais ou menos extensas com textura fibrosa, granulosa, compacta ou terrosa. Cliv. muito perfeita segundo R (fig. 68). $D = 2.5 - 3.5$. $d = 2.5 - 2.73$. Transparente — opaca;

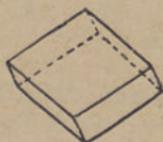


Fig. 68

nas variedades mais puras perfeitamente hyalina, e nas outras differentemente corada de cinzento, amarello, castanho, vermelho, azul, verde ou preto, conforme as substancias extranhas que se lhe associam. As cores cinzentas e pretas provêm da existencia de materia organica disseminada, as avermelhadas ou amarellas sam devidas á presença de compostos ferruginosos, principalmente oxydos e hydratos, etc. Dupla refração uniaxial muito energica.

Chym.: Ca CO_3 . Parte do Ca é de ordinario substituida por Mg, Fe, Mn. Lançando sobre um crystal, ou na calcite em pedra, uma gotta de qualquer acido diluido, embora seja um acido fraco, como o acetico ou o citrico, observa-se immediatamente uma viva effervescencia, devida ao desenvolvimento de CO_2 . A altas temperaturas perde igualmente o CO_2 e transforma-se em *cal viva* (calcinação).

Diff. Distingue-se muito bem de todos os outros mineraes pelas clivagens, dureza (risca-se facilmente com a ponta dum canivete), densidade e acção dos acidos. Os outros carbonatos naturaes sam atacados com menos intensidade, e não fazem effervescencia a frio com os acidos diluidos senão depois de triturados ou reduzidos a pó fino.

Na calcite, assim como no quartzo propriamente dito (124, 1), podemos classificar as variedades em dois grupos principaes, a saber: a) *var. macro-crystallinas*; b) *var. micro-crystallinas e compactas*, ás quaes accrescentaremos ainda as que se formam por via de concreção (90).

a) Nas *var. macro-crystallinas* distinguiremos aquellas cuja crystallização se aperfeçoou, a ponto de se formarem crystaes distinctos, mais ou menos perfeitamente individualizados; e aquellas em que a crystallização se fez ainda regularmente, mas em massa. As ultimas constituem o que se denomina propriamente *espatho calcareo* (cf. 130); cuja *var.* mais pura, perfeitamente hyalina, é o *espatho d'Islandia*.

b) As *var. micro-crystallinas, compactas e concrecionarias* desenvolvem-se ordinariamente em massas de extensão consideravel. Por este motivo e pela sua grande diversidade, reservaremos a sua descripção para a 3.^a secção deste compendio, quando nos occuparmos da *petrologia*.

Jaz.: É uma das especies mais espalhadas na Natureza, onde se encontra em condições variadissimas, sendo a sua formação devida umas vezes á acção edificadora de seres organizados, e outras ao simples exercicio das forças physico-chymicas. Existe associada a differentes mineraes no seio de muitas rochas compostas, na *ganga* de muitos minerios metalliferos, em filões ou veios especiaes e enfim em camadas independentes na serie dos terrenos estratificados.

Usos: Em harmonia com a classificação que fizemos das variedades desta especie, mencionaremos neste lugar apenas as applicações das variedades macro-crystallinas; as quaes se reduzem á construcção de prismas e laminas de espatho d'Islandia, ou de crystaes transparentes de calcite, para os instrumentos eapparelhos destinados ao estudo das propriedades da luz polarizada e da refração dupla.

Siderite. Hexagonal, hemiedrica como a *calcite*: $\frac{c}{a} = 0.8172$.

Cliv. segundo R; superficies de clivagem ordinariamente curvas. $D = 3.5 - 4.5$. $d = 3.7 - 3.9$. Cór de cinza, amarellada, esverdeada ou acastanhada; exposta ao ar adquire uma cór cada vez mais escura. Fe CO_3 .

Magnesite. Hexagonal, hemiedrica como a *calcite*: $\frac{c}{a} = 0.8095$.

Cliv. segundo R. $D = 3.5 - 4.5$. $d = 3 - 3.1$. Cór branca, amarellada, acinzentada ou acastanhada. Mg CO_3 .

Dolomite. Hexagonal, hemiedrica como a *calcite*: $\frac{c}{a} = 0.8322$.

Cliv. segundo R. $D = 3.5 - 4$. $d = 2.8 - 2.9$. Algumas variedades têm lustre nacarado nas superficies de clivagem; cór branca, avermelhada, esverdeada, acinzentada ou acastanhada mais ou menos escura. $\text{CaMgC}_2\text{O}_6 = \text{CaCO}_3. \text{MgCO}_3$.

A *calcite*, *siderite*, *magnesite* e *dolomite* sam homeomorphas, e podem porisso crystallizar conjunctamente (112), dando assim lugar á formação de variedades intermediarias, em certos casos muito difficeis de referir a uma especie determinada; mas em geral a distincção entre as quatro especies pode fazer-se pela comparação da dureza, densidade e acção do HCl diluido. A *calcite* é a unica que faz effervescencia a frio, sem ser necessario reduzi-la a pó; as outras tres precisam de ser previamente pulverizadas e ás vezes um pouco aquecidas. O anhydrido carbonico desenvolve-se então com effervescencia e fica na solução um chloreto ou uma mistura de chloretos dos metaes (Fe, Mg, Ca), que entram no exemplar dissolvido.

143. Aragonite (nome que Werner derivou da provincia hespanhola, donde provieram os primeiros exemplares estudados desta especie). Syst. orthorhombico; as fórmãs mais vulgares sam:

∞P , $\infty P\bar{\infty}$, $0P$, $P\bar{\infty}$, $2P\bar{\infty}$. Cliv. distincta segundo $\infty P\bar{\infty}$. Fragil. $D = 3.5 - 4$. $d = 2.9$. Transparente ou translúcida; lustre vitreo-resinoso; cor branca, amarellada ou acinzentada. Composição e propriedades chymicas como as da *calcite*.

Malachite. Syst. monoclinico, sendo as mais frequentes as faces de ∞P , $\infty P\bar{\infty}$, $0P$. Clivagem muito perfeita segundo $0P$. Ordinariamente em concreções com formas exteriores arredondadas e textura fibro-radiada; algumas vezes compacta, granular ou terrosa. $D = 3.5 - 4$. $d = 3.7 - 4$. Translúcida — opaca; verde-malva (gr. *maláche* malva, donde parece ter derivado o nome da especie). $F = 2$; volatiliza-se facilmente, communicando á chamma uma cor verde-esmeralda. $H_2Cu_2CO_3 = CuCO_3 + H_2O_2Cu$. A fusibilidade, a cor que communica á chamma do alcool ou do bico de Bunsen e finalmente a effervescencia com os acidos, tornam este mineral muito facil de reconhecer.

Sulfurinos

144. Baryte [do gr. *barys*, grave, pesado. As variedades grosseiramente laminares sam conhecidas tambem por *espatho pesado* (all. *Schwerspath*)]. Syst. orthorhombico, em crystaes de ordinario tabulares, pelo desenvolvimento dominante do basipinacoido. Cliv. distincta segundo $0P$. $D = 2.5 - 3.5$. $d = 4.3 - 4.72$. Transparente — opaca; lustre vitreo-resinoso, ás vezes nacarado sobre $0P$; cor branca, ou amarellada, avermelhada, acinzentada ou acastanhada. $F = 3$; volatiliza-se facilmente communicando á chamma uma cor verde-amarellada. $BaSO_4$.

Anhydrite (gr. *ánydros* privado d'agua, de *an* priv. e *hydor* agua, porque debaixo do ponto de vista chymico pode considerar-se como *gesso deshydratado*). Syst. orthorhombico, em cryst. geralmente alongados segundo a macrodiagonal; com tres clivagens caracteristicas segundo $\infty P\bar{\infty}$, $\infty P\bar{\infty}$ e $0P$. As variedades mais communs sam fibrosas, lamellosas, granulosas ou compactas. $D = 3 - 3.5$. $d = 2.89 - 2.98$. $F = 3$; volatiliza-se facilmente communicando á chamma uma cor de carne. $CaSO_4$. Em presença da humidade absorve 2 moleculas d'agua e transforma-se em *gesso*.

Epsomite (de *Epsom*, cidade d'Inglaterra, notavel pelas suas aguas mineraes. Entre nós é mais conhecida por *sal amargo*). Em concreções ou massas fibrosas de lustre vitreo brilhante; cor branca. $D = 2.25$. $d = 1.75$. $MgSO_4 + 7H_2O$. Efflorescente. Sabor amargo.

145. Gesso. Der. do l. *gypsum*, que é já uma transcrição do gr. *gypsos*. A significação primitiva desta palavra parece ser *terra fervida* ou *cozida* (cf. *gè* terra e *hépsos* = * *cépsos* ferver, cozer), alludindo provavelmente a que o *gesso* não tem applicação senão depois

de cozido e pulverizado. Assim o *gypsos* corresponderia quanto à significação ao fr. *plâtre*, embora morphologicamente corresponda ao fr. *gypse*, que tem hoje uma significação diversa; como se sabe, os francezes chamam *gypse* ao gesso em pedra e *plâtre* ao gesso preparado. Em português a palavra *gesso* em linguagem scientifica reúne ambas as significações, mas em linguagem popular corresponde apenas ao *plâtre*, isto é, ao gesso preparado; ao outro o nosso povo chama *pedra de gesso*, assim como chama ao calcareo *pedra de cal*. As variedades compactas e translucidas, de aspecto marmoreo, serviam desde epochas immemoriaes para fabricar vasos (gr. *alabastra*, sing. *alabastron*), onde se metiam os perfumes que nas cerimoniaes funebres se espargiam sobre o cadaver e sobre o tumulo do finado. Do gr. *alabastron* formou-se *alabastrites*, que ficou sendo o nome da pedra. Na idade média encontra-se indifferentemente e com a mesma accepção *alabastrum* e *alabastrites*, mas hoje a segunda parece haver cahido em desuso restando apenas a primeira, da qual derivou a fórmula *alabastro*¹, commum ao português, hespanhol e italiano, bem assim o fr. *albâtre*.

Syst. monoclinico (fig. 69) tendo o eixo principal uma inclinação de 81°5' sobre a clino-diagonal. As faces mais communs pertencem ás fórmulas: $\infty P\infty$, ∞P , $-P$, $+P$, $-\frac{1}{2}P\infty$, $0P$. Algumas vezes

os cristaes apresentam faces curvas, como na variedade conhecida por *gesso lenticular* ou de *ponta de setta*.

Tem tres cliv. principaes: uma eminentemente perfeita segundo $\infty P\infty$, e duas menos perfectas, mas frequentes, segundo as faces da hemipyramide P ; estas ultimas, combinando-se, tomam a apparencia duma divisão fibrosa do crystal. $D=1.5-2$. $d=2.2-2.4$. Hyalino, transparente ou translucido; birefringente biaxial; lustre nacarado nas faces da cliv. mais facil, assezinado nas faces P e vitreo nas outras direcções; incolor, branco, avermelhado, amarellado, acastanhado, acinzentado, esverdeado ou azulado. $F=2.5-3$.

Chym.: $CaSO_4 + 2H_2O$. Aquecido a uma temperatura de 238°C proxim., perde a agua e ao mesmo tempo a textura crystallina, tornando-se opaco;

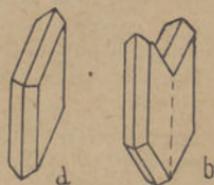


Fig. 69. Cristaes de gesso com a fórmula composta $\infty P\infty$. ∞P . $-P$. *a* Crystal simples; *b* macla de dois individuos com o eixo de hemitropia perpendicular a $\infty P\infty$.

¹ Ha variedades de calcareo tambem translucidas, de aspecto marmoreo, como o *alabastro* propriamente dito, e que tõem sido applicadas aos mesmos usos; por analogia dá-se-lhes o nome de *alabastro calcareo*. A distincção entre os dois é aliás muito facil, quer pela comparação da dureza, quer pela acção dos acidos diluidos; o *alabastro calcareo* risca-se facilmente com a ponta duma navalha, e não com a unha; mas faz muita effervescencia com os acidos diluidos, e o outro não.

fica então muito avido de humidade, e tende a readquirir as duas moleculas d'agua com o augmento correspondente de volume. O *gesso de presa* ou *gesso de Paris* é o mineral assim deshydratado pelo calor e convenientemente moído.

Diff.: Algumas variedades assemelham-se á *estilbite*, *talco*, etc. ou á *calcite*; mas distinguem-se pelo seu grau de dureza, pela acção dos acidos e por não ser unctuosos.

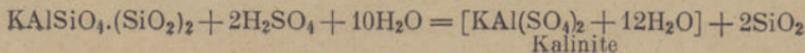
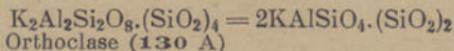
As principaes variedades de textura comprehendem-se nos seguintes typos: 1) *Selenite* ou *gesso crystallizado*, já em crystaes propriamente ditos, já em grandes laminas crystallinas transparentes, separaveis umas das outras em virtude da cliv. segundo $\infty P\infty$. A palavra deriva de *seléne* lua, e allude á côr esbranquiçada e aspecto opalescente, como a luz da Lua. — 2) *G. fibroso*, com fibras mais ou menos finas, geralmente parallelas. — 3) *G. compacto*, comprehendendo o *alabastro* e as variedades communs, opacas.

Jaz.: Encontra-se em depositos ou estratos intercalados em vários niveis dos terrenos sedimentares, especialmente no *permiano* e no *triadico*, e em certas formações *juraicas*, *cretaiças* ou *hessocenicás*. As vezes apparece simplesmente em crystaes ou fragmentos dispersos.

Em Portugal existe em varias localidades, como em Cezimbra, Carvide, Tavira, etc. É um dos elementos caracteristicos das *áreas typhonicas* (Choffat) do nosso pays.

Usos: O *gesso de presa* é um importantissimo material de construcção, conhecido desde a mais remota antiguidade; é além disso muito empregado na modelação de objectos d'arte e noutros differentes usos industriaes e domesticos. O *alabastro* emprega-se ainda hoje no fabrico de vasos, estatuetas, etc.

Alumens. Grupo de sulfurinos crystallizaveis em octaedros regulares ou combinações do octaedro com outras fórmulas holoedricas do syst. cubico; o typto destes corpos é a *pedra hume*, *alumen ordinario*, a *potassico* ou *kalinite*. Os *alumens* encontram-se ordinariamente formando crustas de textura compacta ou fibrosa. A composição chymica corresponde á fórmula $R'Al(SO_4)_2 + 12H_2O$, sendo $R' = K, Na, NH_4, Mg\frac{1}{2}, Fe\frac{1}{3}, Mn\frac{1}{2}$. — A *kalinite* apparece em efflorescencias sobre rochas argilosas, em especial sobre certas piçarras impregnadas de pyrite e substancia carbonosa, denominadas porisso *piçarras aluminiferas*; o acido sulfurico, resultante da oxydação da pyrite em contacto com o ar humido, ataca os restos de feldspatho contidos na piçarra substituindo o residuo halogenico $(SiO_4)'''$ do acido silicico por dois residuos halogenicos $(SO_4)''$ do acido sulfurico:



A *kalinite* é empregada em medicina como adstringente e tem além disto uma infinidade de applicações domesticas e industriaes, na tinturaria, no surrimento das pelles, na fabricação do papel, etc.

Phosphorinos

146. Apatite. Werner derivou este nome do gr. *apatáo* (cf. *apó* = l. *ab*, e *áte*, erro) induzir em erro, enganar; porque os metallogistas que o precederam haviam até então confundido a *apatite* com varios outros mineraes.

Esta especie offerece-nos dois typos de variedades distinctos tanto pela textura como pelas condições, em que se encontra: *a*) typo crystallino (*apatite* em sentido restricto), em crystaes prismaticos hexagonaes, macroscopicos ou microscopicos; *b*) typo concrescionario ou compacto (*phosphorite*), em concreções, nodulos ou massas compactas ou terrosas. Fractura conchoidal — desigual; fragil. $D = 4.5 - 5$. $d = 2.92 - 3.5$. Transparente — opaca; lustre vitreo nas faces crystallinas e oleoso nas superficies de fractura; cór ordinariamente verde-amarellada ou azulada, outras vezes azulada ou violacea, avermelhada, acastanhada, cinzenta ou mesmo branca. $F = 4.5 - 5$.

Chym.: $3Ca_3P_2O_8 + Ca(Cl, F)_2$. Sol. sem effervescencia em HCl ou HNO_3 , podendo então verificar-se facilmente a existencia do Ca e do acido phosphorico.

Diff.: Os crystaes podem distinguir-se pela fórma e pela dureza, mas a distincção mais completa obtem-se pelas propriedades chymicas.

Jaz.: Existe em terrenos de várias epochas geologicas, não somente nas rochas crystallinas, mas tambem nas sedimentares; e finalmente encontra-se ainda como elemento accessorio nos filões que atravessam algumas formações graniticas. Nalgumas rochas vulcanicas a sua quantidade é tal, que as aguas terrestres, lavando na sua passagem a rocha decomposta á superficie do solo, arrastam consigo a *apatite*, e vam depositá-la nas fendas, formando ahi jazigos aproveitaveis. É o que se observa, por exemplo, nos basaltos da ilha de S. Thomé, na Africa portuguesa. Os jazigos de *guano* e os *coprolithos*¹ ou excrementos de animaes fósseis podem egualmente referir-se a esta especie.

Usos: O principal é na agricultura, como adubo para os terrenos.

147. Nitro ou salitre [cf. l. *sal-nitrum*. O nome *nitron*, donde

¹ Do gr. *cópros*, excremento, e *lithos*, pedra.

veiu indirectamente o port. *nitro*, decompõe-se numa raiz *ni* (cf. l. *ni-tor*, *ni-t-e-o*) = *niv.* (cf. l. *nix nivis*) = *sniv* (cf. ingl. *snow*, din. *snee*, all. *Schnee*) + suff. thematico *tro* + suff. flexivo *n*. A raiz tem a idéa fundamental de *pureza*, donde deriváram as de *purificar*, *lavar*, *lixiviar*, *tornar limpo*, *alvo*, etc. O *nitron* obtinha-se pela fermentação pútrida de materias animaes misturadas com calça ou pedaços de reboco de paredes velhas, e extrahia-se por meio de *lavagens* ou *lixiviações* successivas. Um micrococco especial, que nestas circunstancias se desenvolve, oxyda lentamente o N dos restos animaes á custa do O do ar humido, dando origem á formação de HNO_3 , que reage immediatamente sobre a cal e sobre os alcalis que encontra. Assim o *nitron* significava não somente o *nitrato de K*, mas todas as substancias alcalinas e alcalino-terrosas que a agua dissolve nestas circunstancias, e em geral uma lixivia qualquer; depois é que o sentido se restringiu successivamente, até se applicar a um certo e determinado composto. Vem a proposito recordar a confusão que ainda hoje se observa na linguagem popular ácerca da significação da palavra *salitre*]. Crystallographicamente o *nitrato de K* natural pertence ao syst. orthorhombico e é homeomorphico com a *aragonite* (143), mas a uma alta temperatura crystalliza em rhomboedros com uma relação axial muito proxima da da *calcite* (142). Chymicamente pode representar-se pela fórmula KNO_3 e tem todas as propriedades do *nitrato de K* artificial. Além da sua producção, como acabamos de ver, em *nitreiras* artificiaes, forma-se constantemente nos solos porosos que contêm alcalis e materias organicas em fermentação, assim como nas paredes construidas com pedra calcarea ou revestidas de argamassa calcarea ou de gesso. O *nitro* tem muitas applicações nas artes e nas indústrias, para o fabrico da *polvora*, preparação do acido nítrico e de varios medicamentos, composição dalgumas qualidades de vidro, etc.

V — Mineraes haloides

Fluorinos

148. Fluorite. Era um dos fundentes (em l. *fluores*) mais conhecidos da antiga chymica, e é ainda hoje usado como tal em differentes operações metallurgicas e industriaes. Daqui o nome de *fluorite*, que outra coisa não significa senão *pedra fundente*.

Syst. cubico: $\infty\text{O}\infty$, O, ∞O , ∞O_2 , 2O2. Clivagem segundo O. Fractura conchoidal — esquirolosa; fragil. $D = 4$. $d = 3 - 3.25$. Transparente — translucido; lustre vitreo; cõr branca, amarella, verde, avermelhada, róxa, azul ou acastanhada. $F = 3$.

Chym.: CaF_2 . As côres violaceas, azuladas ou amarelladas, tam frequentes neste mineral, sam devidas á presença de peque-

nissimas quantidades de compostos hydrocarbonados extremamente diffundidos na massa fundamental, que é incolor. Lançando numa capsula ou numa retorta de chumbo uma pouca de *fluorite* pulverizada, ajuntando-lhe H_2SO_4 e aquecendo moderadamente, desenvolvem-se vapores de HF , que corroem o vidro.

Diff.: Reconhece-se pela cliv. segundo O, pelo grau de dureza e pela acção chymica que exerce sobre o vidro, quando se trata pelo H_2SO_4 .

Jaz.: Encontra-se geralmente em veios em certas rochas macro- ou microcrystallinas, e constitue um dos elementos habituaes da ganga de certos minerios, principalmente da *cassiterite* (123) e da *galenite* (119).

Usos: Emprega-se como fundente no tratamento dos minerios muito quartzosos, na composição dos esmaltes da porcellana e da loiça commum, na fabricação do acido fluorhydrico e na ornamentação de objectos d'arte.

VI — Mineraes carbonados

Hydrocarbonetos e seus productos de oxydação

Fam. Betumes

149. Substancias carbonadas solidas ou liquidas, consistindo essencialmente em misturas complexas de hydrocarbonetos e diferentes productos de oxydação, associados as mais das vezes a pequenas quantidades de compostos azotados ou sulfurados. Inflamam-se com extrema facilidade e ardem com chamma fuliginosa, exhalando cheiros empyreumaticos mais ou menos intensos. A este grupo pertencem, entre outros corpos, o *petroleo* e o *asphalto*.

A. *Petroleo* (do l. *petrae oleum*, *oleo de pedra*, semelhantemente a *carbão de pedra*). Tal como sae dos poços d'extração (*petroleo bruto*) offerece o aspecto dum liquido oleoso, espesso, de côr acastanhada escura com reflexos esverdeados á superficie. $d = 0.65 - 0.92$. Cheiro aromatico especial. Composição chymica muito complexa, e variavel com a procedencia do petroleo; em geral comprehende: toda a serie de hydrocarbonetos limites $C_n H_{2n+2}$ e muitos hydrocarbonetos menos carbonados, em que predominam os da serie $C_n H_{2n-6}$; além destes uma pequena percentagem de compostos de C, H, O, N e S ainda mal conhecidos, e finalmente uma certa quantidade de materiaes terrosos.

Encontra-se em terrenos sedimentares de diferentes edades

geologicas desde o silurico inferior até ao hessocenico. O principal pays productor é a America do norte, onde existe em grandes massas livres enchendo cavidades subterraneas; mas explora-se egualmente noutras muitas localidades do antigo continente, como a Russia europeá, a Siberia, Persia, China, etc. A possessão portuguesa de Timor possui tambem um importante jazigo de petroleo, de que se pode ver uma amostra no museu geologico da Universidade de Coimbra ¹.

Antes de ser introduzido no commercio o petroleo é submettido a uma destillação fraccionada, que o desdobra nos seguintes productos:

a) *Ether de petroleo*. É formado pelos hydrocarbonetos mais volateis, que distillam entre 45° e 70°. Nos nossos climas a tensão de vapor destes elementos é já muito sensivel á temperatura ordinaria, sam extremamente inflammaveis e formam com o oxygenio atmosferico misturas explosivas. A densidade média é = 0,65. Em medicina tem-se empregado este producto como anesthesico, em substituição do ether sulfurico, que é muito mais caro.

b) *Essencia de petroleo ou oleo de naphtha*. É um liquido incolor, muito fugaz, com propriedades dissolventes analogas ás da benzina, o que lhe mereceu o nome de *benzina de petroleo*. $d = 0.70 - 0.74$. Este liquido foi muito empregado para a illuminação domestica em candieiros de esponja, onde se convertia rapidamente num gaz inflammavel (*gaz Mille*), dotado de forte poder illuminante.

c) *Photogenio ou petroleo do commercio*. É o liquido que distilla entre 150° e 280°. É bem conhecido, para que tenhamos necessidade de descrever o seu aspecto. $d = 0.78 - 0.81$. O *photogenio* que contiver ainda algum resto dos hydrocarbonetos mais volateis, que entram no *ether* e na *essencia de petroleo*, é perigoso para se usar, por causa das explosões a que está sujeito. Para evitar estes accidentes, o petroleo passa por uma nova operação (*refinação*), que tem por fim desembaraçá-lo inteiramente dos elementos nocivos, e submete-se ainda a uma contraprova especial. Só então é que o liquido fica prompto para ser recebido no mercado. É necessario porém estar-se precavido contra as fraudes dalguns commerciantes menos conscienciosos, que não hesitam em lhe adicionar uma certa percentagem dos elementos mais volateis, cujo preço é menos elevado. Esta sophisticação, além do inconveniente de transformar um liquido inoffensivo numa substancia explosiva, e portanto perigosa, é ainda prejudicial ao consumidor, porque o petroleo gasta-se com mais facilidade, sem que o poder illuminante adquira com isso o mais ligeiro melhoramento.

¹ Este exemplar fez parte dum magnifico presente offerecido á Universidade em 1881 por J. A. Córte-Real, então secretario do governo de Macau e Timor.

d) *Oleos pesados e paraffina*. São os productos que distillam entre 300° e 400°; a densidade varia entre 0,83 e 0,90. Os *oleos pesados* servem principalmente para diminuir o attrito nos eixos das carruagens de caminho de ferro e nas peças moveis das machinas; a *paraffina* emprega-se para o fabrico de vellas, para substituir o enxofre nos palitos pyrogenicos, para proteger certas substancias do contacto do ar, etc.

B. **Asphalto** (transcripção do gr. *ásphaltos*). Betume solido com o aspecto do pez ou do alcatrão. Fractura conchoidal, homogenea, luzidia. A cor varia desde o castanho escuro até ao preto. $D = 2$. $d = 1.1 - 1.2$. Quando se fricciona ou aquece, desenvolve cheiro betuminoso. Funde a 100° prox. e inflamma-se com facilidade.

Chymicamente é uma mistura de compostos hydrocarbonados em parte oxydados, assim como vimos no petroleo, que differe principalmente do asphalto pelo seu estado inferior de oxydação.

O asphalto é um dos mineraes mais remotamente conhecidos e utilizados, particularmente na bacia do Mar Morto ou Lago Asphaltite (em gr. e *Asphaltitis Limne*); mas apparece em muitas outras regiões, em massas irregulares, em capas horizontaes ou impregnando estratos calcareos, schistosos ou arenosos. Em Portugal encontram-se arenitos betuminosos a 2 km. N. W. de Monte-Real, no districto de Leiria, e na antiga mina d'Azeche, á beira-mar, ao S. de N. S.^a da Victoria (Choffat)¹.

A extracção do asphalto é uma operação facil e simples. Os calcareos betuminosos, que são ordinariamente as rochas mais ricas em asphalto, dividem-se em pedaços e aquecem-se lentamente: á medida que o asphalto funde, escorre naturalmente da parte calcarea (*ganga*) e vae accumular-se em reservatorios especiaes. Quando a rocha é menos rica, divide-se tambem em pedaços, mas estes introduzem-se em grandes caldeiras com agua. Quando esta entra em ebullicão, o asphalto funde e vem á superficie, precipitando-se no fundo a *ganga*, isto é, a parte mineral. O asphalto retira-se então por meio de colherões apropriados e lança-se em moldes, onde solidifica.

Os antigos serviam-se do asphalto para calafetar os barcos, embrear os cabos, etc. Modernamente as principaes applicações são na construcção de pavimentos impermeaveis, preparação de cimentos, revestimento de paredes, canalizações, etc.

Fam. Resinas

150. São combinações ordinariamente amorphas de C, H e O

¹ *Nouvelles données sur les vallées typhoniques*, in Comunicações da Com. dos Trab. Geol. de Portugal, T. I, p. 117.

analogas pelo seu aspecto e propriedades ás resinas das arvores actuaes. A principal resina fossil é o

Succino ou **ambar amarello**. É um corpo muito conhecido em diferentes objectos d'ornato e de uso commum, como boquilhas de cigarro e de charuto, castões de bengala, collares de contas, etc. Transparente — translucido; cõr amarella, predominando os tons levemente acastanhados (cf. *amarello alambreado*); ás vezes cõr de mel, um pouco avermelhado, acinzentado ou esbranquiçado. $D = 2 - 2.5$. $d = 1 - 1.1$. Comp. chym. variavel. Pela distillação desenvolve agua, acido succinico $C_2H_4(CO_2H)_2$, um oleo essencial e uma substancia cerosa amarella. Segundo Baudrimont contém sempre uma certa quantidade de S, que pode elevar-se a 0.5 por 100. Por este modo de decomposição parece approximar-se mais dos balsamos que das resinas propriamente ditas, e deveria ter exsudado de certos vegetaes fósseis á maneira dos balsamos dos vegetaes da flora actual. — O que existe no commercio provém principalmente das margens do Mar Baltico, mas existe em muitas outras localidades, sempre relacionado com os jazigos de *lignitos*.

LITHOLOGIA

PETROLOGIA

151. A *petrologia* (10) divide-se em *geral* e *especial*, assim como a *metallologia* (6 e 68).

PETROLOGIA GERAL

COMPOSIÇÃO GERAL DA CRUSTA DO GLOBO

152. O conhecimento directo que temos da crusta terrestre, pelos materiaes normalmente existentes á superficie, pelas explorações de pedreiras e minas, pelos córtes naturaes e artificiaes do terreno, pelas sondagens, pelas rochas eruptivas e enfim pelas substancias dissolvidas nas nascentes mineraes, abrange apenas uma parte insignificante da espessura provavel (28) dessa crusta e mais insignificante ainda do raio terrestre. Esta parte acessivel calcula-se, termo médio, nuns 30 a 32 chilometros de profundidade, ou proximamente $\frac{1}{200} = 0.005$ do raio médio da Terra.

O oxygenio, silicio, aluminio, ferro, calcio, sodio, potassio, magnesio, hydrogenio e carbono, occupam só de per si, em differentes estados de combinação, 0.97 daquella espessura; o enxofre, manganeseo, phosphoro, fluor, chloro e baryo, occupam mais 0.02, e os outros 50 corpos simples 0.01.

153. Entre os compostos binarios o mais abundante é a silica, já no estado de liberdade, já em combinações salinas com os me-

taes, especialmente com o aluminio, calcio, magnesio, sodio e ferro; a silica livre e combinada representa mais de metade do peso da parte conhecida da crusta terrestre. Depois da silica occupa um logar muito importante o anhydrido carbonico livre e os carbonatos dos metaes dos grupos do calcio e do ferro, e em seguida os sulfuretos e sulfatos, bem como as combinações hydrogenadas de carbono, que apparecem largamente diffundidas pela maior parte das rochas em fórma de substancias betuminosas, como o asphalto, petroleo, hydrocarbonetos gazosos, etc.

154. Em certos casos é possível que estes compostos hydrocarbonados tenham tido origem numa especie de destillação natural de massas carbonosas, formadas pela maior parte pela decomposição lenta de restos vegetaes fóra do contacto livre do ar; mas noutros casos esta explicação não pode admitir-se. É o que se dá, por exemplo, nos terrenos mais antigos, inferiores a todo e qualquer jazigo de carvão. Segundo as experiencias do chymico francês Estanislaou Cloëz em diferentes qualidades de ferro coado, confirmadas por Chevreul e outros chymicos e posteriormente por Mendelejeff, as aguas terrestres infiltrando-se até ao contacto do nucleo central (23), dariam uma fonte abundante e continua de substancias hydrocarbonadas. Com effeito, o nucleo todo, ou a maior parte delle, parece ser formado essencialmente de ferro metallico com uma pequena percentagem de carbono, como o ferro coado ordinario, e como se tem verificado em muitas analyses de meteoritos; como nas experiencias citadas, a agua encontrando este nucleo a temperaturas muito elevadas (25 e 26) decompor-se-hia, com oxydação do metal e formação concomitante de carbonetos diversos de hydrogenio. Estes últimos, sendo mais leves do que o ar atmospherico, subiriam através das rochas suprajacentes, onde se iriam pouco a pouco transformando em productos oxydados, como se encontram nos betumes naturaes, nas resinas, etc.

155. Cada especie mineral é constituida por um só corpo, simples ou composto, isto é, por uma especie chymica (62) independente, ou então por duas ou mais especies chymicas (63) relacionadas entre si pela communitade de origem e pela communitade da funcção, que desempenham no meio em que jazem. As especies chymicas sam pois os elementos de que se compõem directamente os mineraes.

156. Do mesmo modo, as moles rochosas, que figuram na architectura do nosso globo como os orgãos na composição physica dos seres vivos (9), podem ser constituídos por um elemento unico, de origem mineral ou organica, ou então por dois ou mais elementos relacionados entre si pela communitade de origem e pela communitade da funcção, que desempenham no meio em que jazem. Os elementos das rochas sam as especies mineraes ou os seus productos de alteração.

Exceptuam-se principalmente os carvões naturaes, que pelo volume que occupam na massa do globo, não podem deixar de considerar-se

como verdadeiras rochas, posto que as suas propriedades não possam modelar-se em typos definidos, como as especies mineraes propriamente ditas. Estas rochas sam simplesmente productos de decomposição de restos de seres organizados, especialmente de vegetaes, em condições que tornam os accesso do ar insufficiente, para levar ao ultimo grau de oxydação toda a massa de C e H. O oxygenio que existia nos tecidos e uma pequena porção, que anda em circulação continua no seio da crusta terrestre, produzem ainda uma quantidade relativamente fraca de anhydrido carbonico e vapor d'agua; mas a maior parte do carbono vae-se desligando lentamente das combinações em que entrava, enquanto a parte restante persiste combinada com o residuo de hydrogenio formando differentes especies de hydrocarbonetos.

157. Vê-se portanto como a Terra pode ser assimilada a um organismo gigantesco e complexo, cujos órgãos seriam as grandes massas rochosas; os mineraes ficariam representando o papel de tecidos. Mas, assim como os tecidos organicos estão longe de representarem um papel igualmente importante em relação a cada órgão em especial; assim tambem se comprehende que as especies componentes duma dada rocha se achem ahi representando papeis de differentes graus de importancia. Daqui a classificação dos elementos das rochas em *essenciaes* e *accessorios* ou *accidentaes*; conforme a constancia relativa com que se apresentam, e a influencia que parecem exercer nas propriedades caracteristicas de cada typo de rochas. Assim ha typos em que entra um só elemento *essencial*, e outros em que entram *dois* ou *mais elementos essenciaes*. As rochas dos primeiros typos chamam-se *simples*, como o *calcareo* (11 e 142), e as dos segundos chamam-se *compostas*, como o *granito* (11) e o *basalto* (22).

TEXTURA E ESTRUCTURA DAS ROCHAS

158. A distincção que modernamente se pretende estabelecer entre a textura e a estructura das rochas depende principalmente dos dois modos pelos quaes ellas podem ser encaradas no estudo estatico da Terra (*geognosia*), a saber: como seres independentes, caracterizados por um conjuncto de propriedades typicas, como os mineraes; ou como partes integrantes dum grande todo, que ellas vam por sua vez constituir, como os órgãos dos animaes ou das plantas, ou como os materiaes de construcção da nossa industria architectonica. O terceiro modo de considerar as massas rochosas (9) pertence propriamente á *dynamica terrestre* (*geogenia*).

Na petrologia (10 e 12, 3.^a) estudamos as rochas pelo primeiro modo, isto é, como a metallologia estuda os mineraes, a botanica as plantas e a zoologia os animaes; na geologia architectonica ou

geotectonica (12, 3.^a) estudamos as rochas pelo segundo modo. Naquella estuda-se especialmente a textura e nesta a estrutura.

Nos mineraes a idéa de textura nasceu da sua comparação com os tecidos. A textura das rochas é naturalmente determinada pela textura dos seus elementos e pelo modo especial como se acham repartidos e associados; assim como succedia com os mineraes, a textura das rochas pode estudar-se perfeitamente em fragmentos arrancados da mole em que jaziam; ao passo que a estrutura só pode observar-se convenientemente no proprio jazigo da rocha ou, pelo menos, em grandes porções destacadas do jazigo.

159. Principaes typos de textura. As variedades de textura das rochas simples (157) sam, pouco mais ou menos, as mesmas que se encontram em qualquer mineral isolado; ha porém algumas, que nunca se observam senão nos mineraes formados em massas mais ou menos extensas, e que portanto encontram um logar mais apropriado na petrologia do que na metallologia. Tal é o caso das texturas *oolithica* e *pisolithica*, *schistosa* e *schistoide*.

Diz-se que a textura é *oolithica* ou *pisolithica*, quando a massa rochosa se compõe respectivamente de *oolithos* ou *pisolithos* (90), adherentes uns aos outros pelas suas superficies ou ligados entre si por um cimento qualquer, calcareo, margoso ou ferruginoso.

A textura é *schistosa*, quando a rocha parece formada de folhas finas e extensas, parallelamente sobrepostas, como nas *ardosias*. As rochas em que esta textura se manifesta recebem em geral a denominação de *schistos*¹. As rochas que offerecem apenas vestigios ou apparencias desta textura applica-se a designação de *schistoides*². Os *schistos* cujas folhas sam mechanicamente separaveis têm em portuguez o nome de *piçarras* (= hesp. *pizarras*), e a textura diz-se neste caso *piçarrosa*; a *ardosia*, por exemplo, é uma especie de *piçarra*.

As experiencias de Daubrée mostram, que a textura schistosa se desenvolve sempre que uma pasta mais ou menos plastica é submettida a pressões sufficientemente energicas e prolongadas; a direcção das folhas é em cada ponto perpendicular á resultante das pressões que ali actuam.

160. As rochas compostas consistem quasi todas em misturas de especies mineraes silicatadas, com ou sem silica livre. Quando resultam da solidificação dum magma fundido, apresentam com frequencia o aspecto de vidros, em que depois se vae desenvolvendo

¹ Do gr. *schistós*, adj. verb. de *schizo*, th. *schíd*, a que corresp. l. *scindo*, th. *scíd*: *schistós* envolve a idéa de possibilidade ou capacidade de ser fendido.

² *Schistós*, e *eidós*, aspecto.

espontanea e lentamente a textura crystallina, como aliás tende a succeder a qualquer corpo amorpho abandonado indefinidamente a si mesmo. Este phenomeno recebeu porisso o nome de *desvitrificação*. Alguns geologos têm admittido, que as rochas graniticas fundamentaes da parte conhecida da crusta terrestre (21) resultaram da primeira solidificação operada á superficie do nosso globo, quando passou da phase estellar á phase planetaria (25).

Assim existem uma infinidade de estados moleculares entre o estado vitreo primitivo e o estado crystallino mais perfeito, que estas rochas podem attingir; mas podemos subordiná-los todos a tres phases successivas, a que chamaremos: 1) *vitrea*; 2) *hemi-crystallina*¹; *holo-crystallina*². A phase *hemi-crystallina* caracteriza-se pelo apparecimento de crystaes diferenciados no meio do magma geral da rocha ainda incompletamente desvitrificado. Na phase *holocrystallina* desaparecem os ultimos restos do magma vitreo, e a rocha apresenta-se como um aggregado de elementos crystallinos perfeitamente individualizados.

Nas rochas em via de desvitrificação convém distinguir duas ordens de elementos, cujo processo de formação é provavelmente diverso, as *micromorphites*³ ou melhor *morphostechias*⁴ e os *microlithos*⁵. As *morphostechias* sam, como a palavra o indica, meros rudimentos de fórmias, sem regularidade geometrica e sem differenciação apparente entre a sua substancia e a do magma rochoso. Os *microlithos* sam fórmias microscopicas prismatoides, alongadas numa certa direcção, mais ou menos perfeitas na symetria exterior, mas sufficientemente diferenciadas na substancia, para se poderem reconhecer nellas os caracteres dos mine-raes, a que pertencem.

Quando numa dada rocha se observa um magma vitreo com *morphostechias* e *microlithos*, nada nos pode garantir que todos estes elementos resultassem da desvitrificação do magma previamente consolidado; muitas vezes a differenciação pode ter principiado durante o processo ou antes da solidificação do magma.

Por outro lado, a existência duma rocha *holo-crystallina* tambem nem sempre suppõe uma origem ignea necessaria, visto que ha exemplos da crystallização se operar em massas que já estavam no estado solido.

Estes principios deveriam estar sempre presentes na mente dos geologos.

As tres phases successivas do desenvolvimento da textura crystallina correspondem outros tantos typos, que podemos considerar fundamentaes, a saber: o *typo vitreo*, o *t. hemi-crystallino* e o *t.*

¹ Pref. *hemi* = l. *semi*, metade, incompletamente.

² *Hólos*, inteiro, completo.

³ *Micrós*, pequeno, e *morphé*, fórma.

⁴ *Morphé*, fórma, e *stoicheion*, elemento. Alguns auctores dam a estes corpusculos a designação, tam impropria como inconveniente, de *crystallithos*.

⁵ *Micrós*, e *lithos*, pedra, mineral.

holo-crystallino, cada um dos quaes se manifesta por um grande numero de modalidades, cujas principaes incluimos no seguinte quadro synoptico:

<i>T. vitro</i>	{	<i>Textura cellulosa.</i>
		<i>T. compacta.</i>
<i>T. hemi-crystallino</i> ..	{	<i>T. trachytoide.</i>
		<i>T. felsitica.</i>
<i>T. holo-crystallino</i> ...	{	<i>T. hetero-crystallina.</i>
		<i>T. homo-crystallina.</i>

A *t. vitrea cellulosa* é propria de certos productos vulcanicos, e tem o aspecto duma pasta espumosa, cheia de vacuolos, produzidos pelo desenvolvimento concomitante de gazes e vapores: *pedra pomes* (l. *pumex*). A *t. vitrea compacta* é primitivamente como a do vidro ordinario; corresponde-lhe sempre uma fractura conchooidal: *obsidiana* ou vidro negro dos vulcões.

A *t. trachytoide* deriva o seu nome das rochas do grupo *trachytoide*, cujo typo é a *trachyte*¹ commum; a parte diferenciada do magma contém numerosos crystaesinhos aciculares, que o tornam aspero ao tacto, e crystaes maiores disseminados. Na *t. felsitica* todas as partes do magma estão intimamente misturadas, o que dá ao todo uma apparencia homogenea: *felsito* ou *petrosilex* (allud. á sua semelhança com o *silex*, 124, 2).

A *t. holo-crystallina hetero-crystallina* ou *holo-hetero-crystallina* denomina-se tambem *textura porphyrica*, por ser a que caracteriza as rochas commumente denominadas *pórfyros* ou *pórfidos*: assemelha-se á *textura trachytoide* em apresentar crystaes desenvolvidos no seio dum magma aparentemente homogeneo; mas este magma é todo constituido por elementos crystallinos. A *t. holo-crystallina homo-crystallina* ou *holo-homo-crystallina* tem o aspecto dum aggregado de grãos crystallinos de contorno irregular e proximamente da mesma grandeza uns que os outros; a sua variedade mais conhecida é a *textura granitica* ou *granitoide*, por ser a *textura* caracteristica dos *granitos* (11).

Entre o typo *hemi-crystallino* e o *holo-crystallino* classificou Michel Lévy uma variedade interessante de *textura*, a que chamou *t. ophitica*, por ser caracteristica dos *ophitos* (cf. 134): os crystaes do magma offerecem fórmas prismatoides alongadas, á maneira dos microlithos; mas as suas dimensões são muito mais consideraveis, e sufficientemente grandes, para se apreciarem perfeitamente com a vista desarmada.

161. Debaixo do ponto de vista da disposição dos elementos,

¹ Lit. *pedra aspera*, cf. gr. *trachys*, aspero.

as texturas do typo *holo-crystallino* dividem-se tambem em *maciças*¹ (hesp. *macizas*) e *schisto-crystallinas* (cf. 159). Estas últimas (fig. 70) sam devidas á tendencia dos seus elementos a dispõem-se em folhas sobrepostas, á maneira dos schistos propriamente ditos; as rochas *schisto-crystallinas* sam ordinariamente mica-ceas, e as laminas de mica acham-se dispostas em folhas mais ou menos extensas alternando com os outros elementos, ou pelo menos manifestam uma certa tendencia a orientarem-se em direcções



Fig. 70

parallelas, planas ou onduladas. Na *textura maciça* não se observa orientação alguma. Esta differença de textura serve de base á distincção entre o *gneiss* commum e o *granito*, cujos magmas sam aliás constituídos pelos mesmos elementos essenciaes.

PETROLOGIA ESPECIAL

162. Uma classificação natural das rochas deveria attender numa justa proporção a todos os seus caracteres, especialmente:

- a) á sua composição chymica geral;
- b) á sua composição metallologica;
- c) á sua textura e caracteres physicos;
- d) ás suas alterações typicas;
- e) aos seus modos de jazigo;
- f) á sua idade relativa.

Não se conhecendo porém ainda nenhuma classificação que satisfaga convenientemente a este desideratum, não podemos numa obra elementar como esta passar além duma simples enumeração systematica das principaes rochas, a que tem de referir-se a nossa

¹ Não obstante o uso vulgar de escrever *massiço*, é mais correcto e conforme á etymologia o escrever-se *maciço*; porque a palavra deriva de *maça* e não de *massa*, como seria facil demonstrar. É porisso que os hespanhoes escrevem e pronunciam *macizo* e não *masizo*, como seria, se a palavra derivasse de *masa* = port. *massa*.

descripção. Entretanto, por conveniência do estudo, dividiremos as rochas em quatro secções, a saber:

I — R. silicatadas crystallinas

Esta secção comprehende todas as rochas cujos elementos sam silicatos crystallizaveis, quer pela sua textura se devam referir ao typo vitreo, ao hemi-crystallino ou ao holo-crystallino.

II — R. hydrogonas

Assim chamadas, por serem normalmente formadas no seio das aguas ou por intervenção da agua. Comprehendem-se aqui todas as rochas simples não silicatadas, ou que se podem considerar como misturas de rochas simples, excepto os carvões naturaes.

III — R. clasticas

Assim chamadas de *clastós*, quebrado, fracturado. As rochas incluidas neste grupo sam formadas pela reunião de fragmentos mais ou menos miudos, pertencentes ás rochas dos outros grupos; não constituem porisso typos petrographicos verdadeiramente independentes.

IV — R. carbonosas

Esta secção comprehende os carvões naturaes, isto é, rochas que pela sua origem, como pela sua composição e textura, se affastam muito de todas as outras rochas.

DESCRIPÇÃO DOS PRINCIPAES TYPOS DE ROCHAS

I

163. Diabase (*diábasis*, transição, passagem). R. maciça, granulosa, de côr verde escura, enquanto o magma é fresco. $d = 2.8 - 2.9$. Percentagem de silica 45 — 53. Elementos essen-

ciaes : plagioclase (oligoclase, labradorite, anorthite) e augite. Elementos accessorios mais caracteristicos : magnetite e olivina ; esta última torna-se abundante nalgumas variedades. Pela alteração da augite forma-se uma substancia verde, da natureza das chlorites, a qual communica a sua côr ao magma da rocha. A textura dominante é holo-crystallina, com tendencia para o modo ophitico (160); mas tambem pode ser compacta, e a rocha toma então o nome particular de *aphanito*.

164. Basalto (l. *basaltes*, dum vocabulo egypcio, que significa negro). R. negra, de apparencia homogenea ; compacta, e tenaz. $d = 2.8 - 3$, ás vezes um pouco superior. A analyse dá, em média, 43 % de silica. Os elementos essenciaes sam a plagioclase (principalmente a anorthite ou a labradorite), augite e olivina, ás quaes se associam vulgarmente como elementos accessorios a magnetite e a apatite.

As variedades, nesta como nas outras rochas, sam immensamente numerosas, dependendo em geral da textura ou da qualidade e quantidade dos mineraes componentes ; aquellas em que a olivina deminue, e a nephelite ou a leucite võem ao mesmo tempo associar-se á plagioclase, estabelecem a transição deste typo de rochas para outro, a que Rosenbusch applicou a antiga denominação de *tephritos*¹. Estes, por sua vez, tornando-se predominante a nephelite ou a leucite, passam respectivamente ao *nephelitito* ou ao *leucitito*.

Os basalts apparecem com frequencia em filões, cupulas, correntes ou mantos, espraiaando-se mais ou menos sobre os terrenos, que constituíam o solo na epocha em que se fez a erupção. Em Portugal, além das ilhas dos Açores, Madeira e todas as outras do occidente da Africa até S. Thomé, onde formam a parte preponderante do solo, emergem em grande abundancia na área de Lisboa, extendendo-se para W. e N. em massas dispersas através dos estratos da serie secundaria. Encontram-se egualmente no baixo Algarve (Choffat).

165. Ophito (cf. 134). Esta rocha costumava ser considerada como caracteristica dos Pyreneos ; mas o dr. P. Choffat reconheceu que ella abunda no nosso pays, onde constitue um dos materiaes petrographicos mais interessantes ; a descripção dos primeiros exemplares colligidos deve-se a Macpherson. A côr dos ophitos portuguezes é em geral clara, caracter que, segundo este geologo, contrasta com a côr carregada dos ophitos francezes e hespanhoes. O magma é uma mistura de plagioclase (oligoclase ou labradorite) com amphibola e pyroxena, accompanhadas de vários mineraes

¹ *Tephritis*, de *téphra*, cinza.

accessorios. A textura varia desde o typo francamente crystallino que lhe é proprio (textura optica) até ao typo compacto ou aphanítico (apparentemente homogéneo, cf. *aphanizo*, desaparecer).

P. Choffat¹ tem encontrado jazigos de ophito em Soure, Monte-Real, castello de Leiria, Roliça, Famalição, Porto de Mós, Caldas da Rainha, Papóia (Peniche), Batalha, etc.; e, na faixa média do Algarve, em Silves, Portimão, S. Catharina, Alportel, etc.

166. Diorito (*diorizo*, distinguir, cf. *diá*, através, e *horizo*, terminar, limitar). R. maciça, granulosa, cuja cor geral é semelhante á da diabase; algumas variedades parecem mosqueadas de branco e verde, que provêm dos seus dois elementos essenciaes — plagioclase (oligoclase, labradorite, anorthite), e hornblenda. As variedades em que se associam a hornblenda e a augite ligam esta rocha á diabase. A antiga nomenclatura designava-as conjunctamente pelo nome de *pedra verde* (all. *Grünstein*, ingl. *greenstone*). $d = 2.75 - 2.95$. Percentagem de silica 48 — 74.

167. Syenito (de Syene, no alto Egypto, donde Plinio o suppunha originario). R. holo-homo-crystallina, menos frequentemente compacta, tendo por elementos essenciaes orthoclase e hornblenda (*s. propriamente dito*), ou orthoclase e mica (*s. micaceo*), ou orthoclase e augite (*s. augitico*). O aspecto é muito semelhante ao do granito, e algumas variedades podem até chegar a confundir-se por uma transição insensivel. $d = 2.75 - 2.9$. $SiO_2 = 58.4\%$. Em Portugal encontra-se esta rocha no cabo de Sines e em vários pontos do Alentejo.

É ao typo do syenito que pertence a rocha a que os antigos deram o nome de *porphyro* ou *porfido* (de *porphyra*, púrpura; alludindo á sua cor purpurea ou avermelhada). Depois este nome foi-se applicando successivamente a rochas muito diversas, tendo apenas de commum a textura a que hoje chamamos *porphyrica* ou *porfidica* (160). Alguns auctores, no intuito de aperfeiçoarem a nomenclatura, não têm feito mais do que complicá-la inutilmente creando um systema de nomes derivados todos da mesma palavra e significando coisas diversas, como: *porphyro propriamente dito* ou *p. não quartzifero*, *p. quartzifero* e *porphyritos*. No estado actual da sciencia o mais simples e menos sujeito a equivocos é empregar, pelo menos provisoriamente, a palavra *porphyro* para designar apenas um certo e determinado modo de textura, distinguindo as diferentes rochas, em que ella apparece, por nomes relativos á natureza da pasta. Assim: o *porphyro* dos antigos ou *porphyro propriamente dito* é o *p. syenitico*, porque a composição da pasta fundamental é igual á do syenito, com crystaes desenvolvidos de orthoclase (donde o nome de *orthóphyro*, que tambem se lhe tem dado); o *meláphyro* ou

¹ Com. da Comissão dos Trabalhos Geologicos de Portugal, T. I, pp. 89 e 313.

porphyro negro (*mêlas*, negro) é um *p. diabásico* com olivina; o *p. verde antigo* é outro *p. diabásico*; etc.

Quando a pasta fundamental, em vez de ser micro-crystallina, é macro-crystallina, a rocha conserva o nome correspondente à pasta fundamental e ajunta-se-lhe o adjectivo *porphyroide*, como: *diabase porphyroide*, *syenito porphyroide*, etc.

Foyaito (assim chamado da Foya de Monchique, no Algarve, que é a sua localidade classica). É uma rocha holo-homo-crystallina do grupo que Rosenbusch denominou *syenito eleolithico*. Estas rochas contêm, ao lado da orthoclase, plagioclase e eleolitho (130. B), e além destes elementos mica, hornblenda e augite, com pouco ou nenhum quartzo. A cor geral do *foyaito* é cinzenta; a textura é como a do syenito propriamente dito e do granito.

168. Trachyte (cf. 160). Rocha vulcanica de cor cinzenta; o magma fundamental é sensivelmente poroso e incompletamente desvitrificado, contendo crystaes bem desenvolvidos de sanidina (var. de orthoclase) á maneira dos porphyros. A composição metallologica corresponde á do syenito, e as suas numerosas variedades prestam-se do mesmo modo a ser classificadas em *trachyte hornblendica*, *t. micacea* e *t. augitica*; mas a percentagem de SiO_2 aproxima-se mais da da obsidiana e da pedra pomes.

169. Obsidiana (de *Obsidius*, que se suppõe ser o nome do primeiro viajante que a trouxe da Ethiopia). Examinada em massa, tem a apparencia dum vidro negro; mas existem variedades com outras cores mais ou menos escuras, como verde-garrafa, castanho, ruivo, etc. A textura é portanto vitrea, compacta nas variedades typicas, mas um pouco cellulosa noutras, apresentando assim uma transição gradual para a *pedra pomes*. $\text{SiO}_2 = 60 - 75 \%$.

Pedra pomes (l. *pumex*). É verdadeiramente uma variedade de *obsidiana*, que differe pela sua cor cinzenta clara e pela textura perfeitamente cellulosa ou esponjosa; a composição é igual á da *obsidiana*.

170. Granito (do l. *granum* grão, alludindo á sua textura granulosa, holo-homo-crystallina). A breve descripção que já fizemos (11) desta rocha é na maior parte dos casos sufficiente para a reconhecermos. As dimensões dos grãos variam consideravelmente, muitas vezes até no mesmo jazigo; mas o contorno é em regra irregular, excepto nas variedades porphyroides, conhecidas entre nós por *granito de dente de cavallo*. As quantidades relativas dos elementos essenciaes variam tambem mais ou menos dentro de certos limites, além dos quaes o granito faz transição para outras rochas, a que se applicam nomes differentes.

Em Portugal, é esta a rocha crystallina mais abundante e que offerece maior numero de variedades. A massa principal occupa uma área irregular extendendo-se seguidamente desde a fronteira

gallaica até Castello Branco, com o seu maior desenvolvimento na direcção de N. W. a S. E. Além desta área a carta geologica de Portugal indica muitas outras, sobretudo no Alentejo, subordinadas sempre á mesma orientação geographica, sendo a mais meridional a E. da villa de Serpa.

Nas localidades em que se encontra, é aproveitado no calcetamento das ruas, nas construcções de edificios, como pedra de alvenaria e de cantaria, e até em trabalhos de esculptura, quando a isso se presta a côr e a finura do grão.

171. Gneiss (palavra allemã de etymologia desconhecida). Deu-se este nome a uma rocha que não differe essencialmente do granito senão na textura, a qual, em vez de ser maciça, é schistoide crystallina (161); as côres dominantes sam cinzentas ou vermelhas. Quando esta textura se apresenta bem distincta, as laminas de mica orientam-se e tendem a reunir-se em folhas alternando com os outros elementos do magma; ha porém uma infinidade de estados intermediarios, mostrando-nos que a transição entre as duas texturas é um facto real e se verifica por graus insensíveis, de sorte que algumas destas variedades tam justamente podem classificar-se entre os gneiss como entre os granitos.

Além deste gneiss, que é o mais commum e merece o nome de *g. granítico*, têm-se encontrado outras rochas schisto-crystallinas que, pela sua composição, se relacionam com typos rochosos diversos do do granito. Assim o empobrecimento no elemento quartzo com substituição concomitante da mica pela hornblenda estabelece a passagem do typo granítico para o do syenito propriamente dito ou hornblendico; se neste a orthoclase vier acompanhada de plagioclase com tendencia a predominar, a rocha approxima-se do typo diorítico; se neste enfim a hornblenda vier acompanhada de augite com tendencia a predominar, a rocha approxima-se do typo diabásico. Assim á palavra *gneiss* succedeu um facto analogo ao que se deu com a palavra *porphyro* ou *porfido* (167); sendo inventada para designar uma rocha em especial, generalizou-se pouco a pouco, até se applicar a exprimir um certo e determinado typo de textura, conhecendo-se já, além do *g. granítico*, que é o mais commum e continúa a ser o gneiss typico, o *g. syenítico*, o *g. diorítico* e o *g. diabásico*.

172. Micaschisto. Esta rocha é o typo da textura schisto-crystallina no seu grau de perfeição mais elevado; comparando-o debaixo deste ponto de vista com os gneiss, encontramos uma differença semelhantemente á que se observa em geral entre as rochas meramente schistoides e as propriamente schistosas. Os elementos essenciaes do *micaschisto* sam unicamente o quartzo e a mica, alternando regularmente em folhas sobrepostas; algumas vezes o feldspatho vem associar-se a estes elementos, e pode chegar a constituir uma transição insensível do *micaschisto* para o gneiss granítico.

Na Allemanha deu-se o nome de *Greisen*¹ a uma rocha maciça com os elementos essenciaes do *micaschisto*. O *greisen* pode egualmente relacionar-se com o granito de mica branca, pela perda do feldspatho. Nalguns payses estanníferos, como o Zinnwald (Allemanha) esta rocha é a matriz do mineral de estanho (123).

II

173. Quartzito. É a rocha commum de quartzo, e distingue-se propriamente pelos caracteres desta especie mineral. O *quartzito propriamente dito* é maciço, obscuramente granuloso (124, 1 b) e luzidio nas superficies de fractura; a cor varia muito com o estado molecular e com as impurezas que inquinam a sua substancia principal. Algumas vezes apresenta uma textura schistoide, principalmente quando entre os elementos accessorios figura uma certa percentagem de mica. Estas variedades estabelecem uma transição gradual do quartzito para o *micaschisto*, com o qual alterna frequentemente nos terrenos sedimentares mais antigos. Em certos casos alterna tambem com estratos calcareos.

Como o quartzito resiste melhor do que as outras rochas aos agentes de denudação, as suas massas apresentam-se de ordinario formando serranias inteiras em differentes pontos da superficie terrestre.

O quartzito é um membro constante dos terrenos sedimentares paleozoicos, não obstante encontrar-se tambem nalgumas localidades associado a terrenos relativamente modernos. É numa rocha desta natureza, situada na base do nosso terreno silurico, que Delgado descobriu um grande numero de impressões curiosas, em meio relevo (bilobites), que elle considera como os restos fósseis das primeiras plantas que viveram em Portugal. Estes quartzitos encontram-se na Beira e através dos valles do Douro, Mondego e Tejo. As serras do Perdígão e de S. Miguel, nos districtos de Castello Branco e Portalegre, sam coroadas por quartzitos de bilobites, formando uma muralha continua de 29 chm., que atravessa o Tejo nas Portas do Ródão. A serra d'Alcaria Ruiva, a legoa e meia a N. W. de Mértola, é principalmente formada de quartzitos ainda mais antigos (Delgado).

174. Calcareo. É a calcite em rocha, e comprehende, além das variedades granulo-crystallinas, compactas e concrecionarias, outras muitas variedades de textura, cuja simples enumeração seria

¹ De *greis* = baixo sax. e fr. mod. *gris* = l. da ed. med. *griseus*, cinzento, cf. gr. *geraiós* e *graus*.

impossível num livro elementar; mas a substancia e as propriedades essenciaes sam sempre as da calcite, mais ou menos modificadas pelos elementos que se lhe associam, taes como: silica, argilla, magnesite, serpentina, mica, chlorite, talco, compostos ferruginosos diversos, materias carbonosas, etc. A côr e o aspecto dependem do estado molecular e dos elementos accessorios.

A maior parte do calcareo é de origem organica, isto é, forma-se no seio de organismos vivos, que o segregam dos alimentos ou do meio em que vivem, assim como os vertebrados fabricam os ossos, os moluscos as conchas, os pólypos o coral, etc. Depois da morte destes seres, os tecidos molles desorganizam-se e ficam apenas as partes duras, dispersas ou accumuladas em massas, que podem chegar a attingir volumes enormes. Então as aguas terrestres, circulando pelos intersticios destas massas, dissolvem e depositam ali mesmo repetidas vezes o carbonato de calcio, e portanto modificam successivamente a textura organica primitiva, approximando-a cada vez mais da textura crystallina regular.

O calcareo encontra as suas principaes applicações no fabrico da cal, nas construcções dos edificios, nas obras monumentaes, na esculptura e na pintura. As variedades finamente fibrosas e translucidas empregam-se na fabricação de vasos, estatuetas e outros objectos domesticos, como o *alabastro propriamente dito* (145), e designam-se analogamente por *alabastro calcareo*, tambem chamado *alabastro oriental*. O *cré* (do fr. *craie*)¹ é um calcareo terroso, branco, puro, inteiramente formado de conchas microscopicas de foraminiferos. A *pedra lithographica* é um calcareo amarellado ou acinzentado, argilloso, com uma textura compacta, apertada e homogenea.

A pedra destinada ao fabrico da cal pode corresponder a qualquer destas variedades de textura, mas os elementos accessorios influem naturalmente na qualidade do producto; ordinariamente contém uma certa quantidade de silica, argilla, oxydo ferrico, materia carbonosa diffundida e muitas vezes carbonato de magnesio. A cal hydraulica obtem-se pela calcinação das pedras argilosas: a cal fabricada com pedra que tenha menos de 7% d'argilla é apenas fracamente hydraulica; a de 10 a 12% é regularmente hydraulica, e *faz presa* dentro dalgumas horas. As calces deste ultimo typo sam conhecidas pelo nome de *cimentos*, como o *c. romano*, o *c. de Portland*, o *c. do Cabo Mondego*, etc.

¹ A nossa palavra *greda*, não obstante derivar do l. *creta*, donde tambem derivou o fr. *craie* e indirectamente o port. *cré*, tem uma significação inteiramente diversa da desta última. *Greda* conservou a significação primitiva do l. *creta*, é uma especie de terra argillosa ou argillo-calcarea branca. A semelhança d'aspecto destes dois corpos illudiu os antepassados dos actuaes francezes, e foi isso o que os levou a chamar tambem *creta* ao que hoje conhecemos com o nome de *cré*, isto é, o calcareo terroso.

A palavra *marmore* (l. *marmor*) convém em geral a toda e qualquer rocha, branca ou de côres, susceptível de polimento e applicavel a obras de esculptura; mas em sentido restricto applica-se unicamente ás variedades de calcareo que gozam destas propriedades. As côres sam devidas á presença de ingredientes extranhos naturalmente envolvidos na massa, taes como: substancias carbonadas, oxydos de ferro, etc.

O nosso pays é riquíssimo em marmores de boa qualidade e calcareos adequados a todos os usos. A região mais abundante corresponde aos districtos de Coimbra, Leiria, Santarem e Lisboa e provincias do Alentejo e Algarve; no resto do pays sam, pelo contrario, escassos, excepto na parte oriental da provincia de Trás-os-Montes, num ponto da serra do Marão, noutro da foz do Pinhão e talvez nalgum ponto proximo (Delgado). Os terrenos que os contêm podem pertencer a todas as edades geologicas, desde o archaico até aos terrenos recentes; mas a maior abundancia e variedade é geralmente nos terrenos primarios e secundarios. Aos primeiros pertencem os conhecidos marmores alentejanos de Extremoz, Montes Claros, Vianna e outras localidades; os celebres calcareos dos concelhos de Vimioso e Miranda do Douro e os citados da serra do Marão e foz do Pinhão. Os dos districtos de Coimbra, Leiria, Santarem, Lisboa e Faro pertencem aos terrenos secundarios.

Dolomia. É a rocha de dolomite, assim como o calcareo é a rocha de calcite. Estas duas rochas relacionam-se aliás por uma infinidade de variedades intermediarias, a que se chama *calcareo magnesifero* ou *c. dolomitico*.

Marga [l. e hesp. *marga*, fr. *marne*, all. *Mergel*, cf. all. *Mark*, primitivamente substancia esbranquiçada e tenra, e depois, por analogia, substancia medular ou medulla, cf. *Steinmark* (136)]. R. terrosa, compacta ou schistoide, que se pode considerar como uma mistura de dolomia e argilla em differentes proporções; a côr pode ser branca (greda), cinzenta, negra, amarellada, avermelhada, azulada, esverdeada, etc. Os elementos accessorios sam os mesmos do calcareo e das argillas.

175. Argilla (l. *argilla*, gr. *argillos*). Debaixo desta denominação comprehende-se uma grande variedade de productos terrosos, compactos ou schistoides, que consistem essencialmente em silicatos de aluminio hydratados; mas admittem na sua massa differentes elementos accessorios, como o carbonato de calcio, oxydos ou hydroxydos de ferro ou de manganio, corpos carbonados, etc. Estas rochas sam muito ávidas d'agua, com a qual formam pastas plasticas e impermeaveis; submettidas depois á acção dum calor intenso, perdem a maior parte dessa agua, deminuem de volume e adquirem maior solidez e tenacidade.

Na formação das argillas propriamente ditas é necessario distinguir duas ordens de acções, de natureza diversa, mas consecutivas;

1.º uma alteração *in situ* de quaesquer rochas compostas de silicatos aluminosos por um processo semelhante ao da kaolinização (136); 2.º desagregação mechanica da rocha alterada, que se reduz a pó fino, cujas particulas, depois de andarem mais ou menos tempo em suspensão nas aguas, vam depositar-se no fundo formando estratos regulares. Comprehende-se portanto, que o kaolim seja um elemento constante ou quasi constante nas argillas; mas a composição destas, além de ser variavel, é muito mais complexa. As massas denominadas *wackes* (nome de origem allemã) resultam da decomposição *in situ* de diferentes rochas vulcanicas, como o basalto e outras; a sua natureza é argillosa.

As principaes variedades de argilla subordinam-se aos seguintes typos:

A. plastica (l. *plasticus*, cf. gr. *plátto*, amassar, dar qualquer fórma a uma pasta, modelar). Comprehende duas variedades: *a) argilla refractaria*; *b) a. figulina* (l. *figulinus*, de *figulus*, oleiro, cf. *figo* th. *fig*, com a mesma significação que o gr. *plátto*).

a) A a. refractaria é a que possui no mais alto grau a propriedade de se adaptar a todas as fórmas; resiste, quando pura, ao fogo de forja mais intenso; a sua cor é branca ou levemente amarelada ou acinzentada. Emprega-se na construcção de fornos destinados a altas temperaturas, e no fabrico de tijolos refractarios, cachimbos, loiça de *faenza*, etc.

b) A a. figulina é tambem plastica, mas em menor grau, e é menos pura; contém sempre uma certa quantidade de calcareo, alcalis e compostos de ferro, que a tornam vermelha depois de cozida. Serve para o fabrico da loiça chamada de *barro vermelho*. A loiça mais ordinaria desta especie é fabricada com argillas intermediarias, pela sua composição, ás *a. figulinas* e ás *margas*.

A. esmetica (l. *smecticus* = gr. *smecticos*, que serve para limpar ou desgordurar, cf. *smão* limpar, desgordurar, lixiviar, l. *smagma*, sabão). É muito macia e molle; cor acinzentada tirando para esverdeado ou amarelado; um tanto lustrosa nas superficies de fractura recente, e translucida em pequena espessura. Deforma-se pela acção do fogo, o que a torna impropria para o fabrico da loiça, não obstante a sua plasticidade; mas a afinidade que tem para as gorduras é aproveitada para desgordurar os tecidos de lã e para tirar nodos de gordura.

A. ferruginosa. Pertencem a este grupo um grande numero de terras amarellas, cor de castanha, vermelhas ou cinzentas, coradas em diferentes proporções pela hematite terrosa ou pela limonite, ás quaes podem ainda associar-se substancias carbonadas. As que têm o nome de *bolos* (l. *bolus* = gr. *bólos*, bocado) empregavam-se antigamente em medicina como tonicos ou adstringentes. As argillas ferruginosas empregam-se hoje principalmente na pintura, umas no estado natural e outras depois de deshydratadas pelo calor; taes sam: a *óca* ou *ochra* (do gr. *ochra*, terra amarella),

rôxo-terra ou *tinta nova*, *vermelho d' Inglaterra*, *sanguinea*, *terra de Sienne crua* ou *torrada*, *terra d'Italia*, *terra de sombra*, *terra sigillada*, *bolo armenio*, *terra de Lemnos*, etc. A *sanguinea* entra na composição dos lapis vermelhos, e é além disso empregada, assim como os *bolos* pelos douradores e pelos encadernadores.

O modo de formação das argillas indicam-nos, que o seu logar deve ser entre os terrenos sedimentares, mas abundam principalmente nas series secundaria e terciaria, sobretudo nesta ultima. Em Portugal apparecem por toda a parte do pays, tendo algumas chegado já a tornar-se celebres na industria, como as de Extremoz e Caldas da Rainha.

176. Piçarras argillosas. Rochas de natureza argillosa e côr muito variavel, cinzenta, negra, acastanhada, avermelhada, etc.; textura piçarrosa (159). O elemento essencial é uma argilla endurecida, associando-se-lhe occasionalmente quartzo, mica, pyrite, materia organica, etc. Daqui um grande numero de variedades, por meio das quaes se passa por gradações insensiveis para os micaschistos e outras rochas schisto-crystallinas; notaremos principalmente as seguintes:

Ardosia. É a variedade mais notavel das piçarras argillosas; a côr é devida á materia carbonosa, que se acha diffundida na pasta.

Piçarra ampelitica (de *âmpelos*, vinha). Variedade escura, carbonosa. A denominação allude a que a vinha prospêra nos terrenos resultantes da desagregação desta rocha.

P. aluminifera (145). É uma especie de piçarra ampelitica pyritifera.

P. chiasolifera ou *maclifera*, *p. estaurolithica*, *p. micacea*, *p. chloritica*, etc. Piçarras argillosas, em que se desenvolveram crystaes de chiasolitho (138) ou estaurolitho (140), ou que encerram maior ou menor quantidade de lamellas de mica, chlorite, etc.

Estas rochas podem considerar-se como os representantes das argillas nos terrenos primarios, mas algumas dellas apparecem ainda em terrenos mais modernos. A ardosia explora-se em larga escala na zona de Vallongo, proximo do Porto.

III

177. Agglomerados e conglomerados. Os fragmentos de que se compõem as rochas clasticas (162 — III) podem ligar-se uns aos outros de dois modos differentes, a saber: *a*) por simples adhesão, sem que se interponha substancia alguma extranha (*agglomerados*); *b*) por interposição duma substancia extranha representando o papel de cimento (*conglomerados*). Na descripção especial dos exemplares é necessario attender ás dimensões, fórma e natureza

dos grãos, e á substancia que lhes serve occasionalmente de cimento.

As rochas cujos grãos sam indistinctos com a vista desarmada chamam-se *pelíticas* (de *pelós*, lodo, vasa), porque resultam do endurecimento de massas lodosas, como as argillas, margas e alguns calcareos; mas nós preferimos inclui-las na classe das hydrogonas, por várias razões, que não podemos desenvolver neste lugar, limitando a qualificação de clásticas áquellas em que a textura fragmentar se manifesta em plena evidencia, e cujos fragmentos conservam sem alteração as propriedades da rocha a que pertenciam.

Os seguintes conglomerados, entre outros, têm nomes especiaes:

*Arenito*¹ (do l. *arena*, areia). É uma areia ou saibro, cujos grãos foram ligados entre si por um cimento qualquer, ordinariamente calcareo, margoso ou argilloso.

Grauwacke (lit. *wacke* cinzenta). É um arenito argillo-silicioso, com fragmentos miudos e arredondados de quartzo, rochas siliciosas e argillosas, feldspatho e mica; o cimento é também argillo-silicioso, com uma cor escura devida a uma substancia carbonosa.

Pudim (do ingl. *pudding*). Conglomerado de fragmentos mais ou menos grados e de fórmas arredondadas.

Brecha (do all. *brechen*, partir, quebrar). Conglomerado de fragmentos angulosos (parecendo quebrados de fresco).

IV

178. Turfa (do anglo-sax. *turf*, que designa propriamente o entrelaçamento de muitas raizes finas, que se fórma na parte superficial do solo nos pontos em que a relva é muito densa). É um corpo poroso e leve, de cor acastanhada mais ou menos escura, formado principalmente de restos de plantas cryptogamicas cellulares (musgos e algas), entrelaçados uns nos outros como uma especie de feltro. A composição centesimal das melhores qualidades de turfa corresponde, em média, a 25 a 35 de carbono livre, 60 de compostos betuminosos diversos e 15 a 20 de materiaes terrosos.

Arde facilmente, com chamma fuliginosa, exhalando um cheiro muito desagradavel. As plantas de que resulta habitam em charcos, e ahí mesmô se carbonizam lentamente, formando com os seus

¹ Esta palavra é preferivel a *gréz* ou *grés*, cuja formação é irregular na propria lingua francesa, donde foi transcripta; e tanto que nenhum outro povo o adoptou. Os allemães dizem *Sandstein* (lit. pedra d'areia), os inglezes *sandstone*, os italianos *arenaria*, os hespanhoes *arenisca*, etc.

restos em via de decomposição uma especie de solo *sui generis*, onde a vegetação continúa prosperando. Estes jazigos, a que se dá o nome de *turfeiras*, desenvolvem-se em vários pontos das zonas temperadas, chegando nalguns payses, como a Hollanda, Allemanha, Hungria, Irlanda, America do Norte, etc., a occupar extensões muito consideraveis. Nos payses como a Hollanda, em que escasseiam outros combustiveis, a turfa chega a ser quasi tam apreciada como o carvão de pedra na Inglaterra.

179. Lignito (do l. *lignum*, lenha). Materia carbonosa compacta ou terrosa, conservando frequentemente a textura das plantas que lhe deram origem. Cór acastanhada clara ou escura, ás vezes completamente negra; pó sempre acastanhado. Mais denso e mais rico em carbono do que a turfa. Arde facilmente, com chamma fuliginosa, exhalando um cheiro empyreumatico forte.

Além das variedades terrosas, schistoides ou foliaceas, que sam as menos importantes, temos as seguintes:

L. commun. O mais vulgar; apresenta ainda bem distincta a textura organica primitiva.

Azeviche. Textura compacta, homogenea; fractura igual ou conchoidal; É o que offerece maior semelhança com a hulha; a cór é tambem negra e um tanto luzidia; mas o pó é acastanhado.

As plantas que mais contribuíram para a formação dos lignitos foram as coniferas, palmeiras e differentes arvores e arbustos dicotyledoneos. Os principaes jazigos encontram-se entre os estratos terciarios.

180. Hulha (do fr. *houille* e indirectamente do baixo l. *hullee*¹, nome dado pelos antigos gauleses a este typo de carvões). Materia carbonosa compacta, laminar ou schistoide, accidentalmente fibrosa ou pulverulenta; fractura conchoidal ou esquirolosa; fragil. Cór typica negra, luzidia; mas ás vezes levemente acastanhada ou acinzentada; pó negro ou um pouco acastanhado. Densidade e percentagem de carbono superiores ás do lignito. As principaes variedades classificam-se em dois grupos, segundo a quantidade de hydrocarbonetos que contêm: as *hulhas gordas*, e as *h. magras*. As primeiras, que sam as mais ricas nestes compostos, e portanto as mais convenientes para o fabrico do gaz d'illuminação, dilatam-se pelo calor, em virtude da fusão das substancias betuminosas, que as impregnam, e os seus fragmentos agglutinam-se uns aos outros; daqui a denominação de *caking coal* (carvão que empasta ou faz bolo), pela qual ellas sam vulgarmente conhecidas na Inglaterra. As hulhas magras não manifestam esta propriedade, mas, em

¹ Carbones, quos Galli Hullas vocant, inventi sunt juxta Leodium in monte publico. *Du Cange*. Gloss. med. et inf. Latinitatis, s. v.

compensação, sam mais ricas em carbono livre, e a sua brasa produz uma temperatura mais elevada.

O *coke* é o residuo que a hulha deixa, depois de perder pela destillação os seus productos volateis.

181. Anthracite (do gr. *ánthrax*, carvão). Na linguagem vulgar a anthracite e a hulha têm a designação commum de *carvão de pedra*, cf. all. *Steinkohle*, fr. *charbon de pierre*; mas deve notar-se que os allemães chamam especialmente assim aos carvões do typo hulha, e os franceses aos do typo anthracite¹, ao passo que em portuguez é *carvão de pedra* tanto a anthracite como a hulha. É o typo carbonoso mais duro, mais rico em carbono livre e mais pobre em compostos volateis. Textura compacta ou schistoide; fractura conchoidal; fragil. Cór typica negra com lustre metalloide ou sub-metallico; pó negro. Densidade e percentagem de carbono superiores ás da hulha. Os compostos betuminosos, que existem em todos os outros typos de carvão, e abundam principalmente nas hulhas gordas, não apparecem já na anthracite propriamente dita. Arde com difficuldade, sendo para isso necessaria uma forte corrente d'ar; mas o calor desenvolvido é intensissimo.

Os jazigos de carvão de pedra extendem-se em geral desde o systema silurico até ao juraico, predominando o typo anthracite na secção inferior do permo-carbonico (anthracifero) e o typo hulha na secção immediatamente superior (hulhifero); nos terrenos da serie secundaria começam a tornar-se preponderantes os lignitos. Conhecem-se porém alguns payses, como o nosso, onde esta regra experimenta modificações, provavelmente pela natureza quente do clima, que tende a accèlarar a carbonização, e pelas condições particulares em que os phenomenos se produziram. Assim encontra-se: *anthracite* na faixa de terreno hulhifero, que vae das alturas do Gafanhão até ás proximidades de S. Pedro da Cova; *hulha* no terreno permiano da serra do Bussaco e no juraico superior do Cabo Mondego; *lignito* na área juraica superior da Batalha e Porto de Mós, no cretaico a E. de Cascaes, no terciario de Alencarce, etc.

182. Metamorphismo dos carvões. O estudo comparativo dos differentes typos de carvões naturaes, as suas associações, os caracteres e posição geologica dos seus jazigos, as suas relações com a idade e qualidade dos terrenos e finalmente as experiencias directas, a que se tem procedido, levam-nos a admitir que todos elles se produzem por uma serie regular de reacções, por meio das quaes se passa successiva e continuamente de typos menos carbonados para typos mais carbonados, desde a turfa ou do lignito até á anthracite. Estas mudanças de typo constituem o *metamorphismo dos carvões*.

¹ O nome vulgar da anthracite em allemão é *Kohlenblende* ou *Glanzkohle*, e o da hulha em francès é *charbon de terre*.

Já dissémos noutro logar (156) que os carvões naturaes «sam simplesmente productos de decomposição de restos de seres organizados, especialmente de vegetaes, em condições que tornam o accesso do ar insufficiente para levar ao ultimo grau de oxydação toda a massa de C e H», e indicámos dum modo geral o sentido em que as modificações se realizam. A humidade é o vehiculo por onde se elimina uma parte dos productos formados, sem o que a acção chymica não poderia proseguir.

É sabido que na decomposição pútrida dos residuos dos seres organizados em presença do ar humido se produzem constantemente uma serie de compostos carbonados de côres escuras, castanhos ou pretos, cujas propriedades especiaes ainda não puderam ser perfeitamente estudadas; os chymicos designam-nos provisoriamente pelo nome de *materias humicas* ou *ulmicas*. A ebullição dos alcalis causticos, potassa ou soda, com as materias organicas converte-as depois dalgum tempo em productos ulmicos, os quaes communicam ao liquido uma côr acastanhada mais ou menos escura. Assim os carvões em que existem ainda restos de materia organica não decompostos ou productos ulmicos já formados, devem communicar esta côr à lixivia de potassa ou de soda. É o que succede com effeito na turfa e no lignito; a hulha dá apenas uma côr levemente acastanhada, e a anthracite não produz a menor alteração.

Os productos ulmicos, alterando-se, dam logar á formação de compostos betuminosos e compostos cereo-resinosos; estes ultimos resolvem-se por sua vez em compostos betuminosos, e estes enfin terminam por se eliminar, já infiltrando-se nas fendas do jazigo, já diffundindo-se pelos poros das rochas contiguas, já decompondo-se parcial ou completamente nos seus elementos.

Tal é em resumo a historia da formação dos carvões naturaes. As transições successivas comprehender-se-ham ainda com mais facilidade examinando o séguinte quadro, em que se indica a percentagem média dos tres elementos principaes na materia organica não decomposta e em cada um dos quatro typos dos carvões:

	C	H	O
Materia vegetal	50	6	44
Turfa	60	6	34
Lignito	72	5	23
Hulha	83	5	12
Anthracite	93	4	3

GEOTECTONICA

183. Constituição geral da crusta terrestre. Como vimos na primeira secção deste compendio (21 e 22), os terrenos em que se acham modeladas as fôrmas exteriores do nosso globo assentam por toda a parte numa base possante de rochas granitoides, às quaes se seguem outras rochas também silicatadas e crystallinas, ao que parece, por ordem crescente das suas densidades. O conjunto constitue o *terreno crystallino fundamental*.

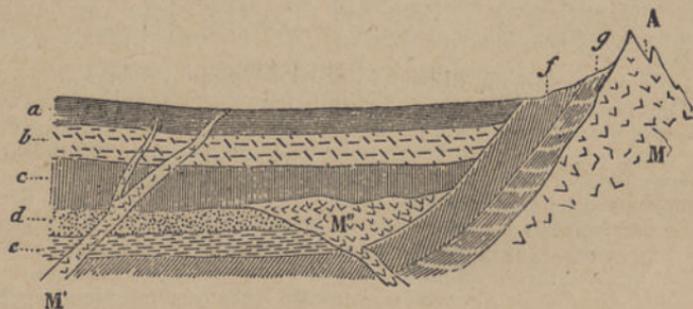


Fig. 71. A massa eruptiva *M* levantou consigo os dois estratos sedimentares *f*, *g*, primitivamente horizontaes, e chegou a attingir a superficie do solo em *A*. Os outros estratos fôram depositados posteriormente a este levantamento; mas sam mais recentes do que a erupção de *M*.

As rochas que o compõem, novamente fundidas, ou porções ainda não solidificadas do magma de que ellas se formáram, têm irrompido de tempos a tempos através das partes menos resistentes da crusta, formando cristas, espinhas ou apophyses colossaes e de aspectos muito variados (fig. 71, *M*, *M'*, *M''*). Daqui a designação usual de *rochas eruptivas* ou melhor *terrenos eruptivos*.

Os terrenos que em geral constituem a parte mais externa da crusta apresentam caracteres de fôrma e de estrutura muito diversos dos do terreno crystallino fundamental e dos terrenos eruptivos; a sua massa occupa normalmente áreas de muita extensão e relativamente pouca espessura, *a*, *b*, *c*, *d*, *e*, *f*, *g*, á maneira das camadas ou estratos de sedimento, que se depositam no fundo dos nossos mares, lagos e rios. A composição e a estrutura sam ainda

análogas ás destes depositos de sedimento. Daqui a designação de *terrenos estratificados* ou *sedimentares*.

A composição destes terrenos pode reduzir-se a tres typos principaes, — calcareos, rochas argilosas e arenitos —, todos representados pelos sedimentos em via de formação. Mas, quando nos approximamos da base dos terrenos sedimentares, vemos a estrutura destes, a textura e a composição irem-se modificando pouco a pouco e o terreno passando ao mesmo tempo ao *crystallino* fundamental. Um factio semelhante observa-se nas proximidades das superficies de contacto entre os terrenos sedimentares e os eruptivos. Os terrenos sedimentares assim modificados denominam-se *t. metamorphicos*; o conjuncto de modificações assim realizadas toma o nome de *metamorphismo*. O desenvolvimento da textura schistosa é considerado já como um dos effeitos dos agentes metamorphicos; mas o estudo completo destes phenomenos, quer se extendam a massas rochosas inteiras (*metamorphismo em massa*), quer se limitem ás proximidades do contacto com as rochas eruptivas (*metamorphismo de contacto*), é um dos objectos mais delicados e difficeis da geologia.

TERRENOS ESTRATIFICADOS

184. Situação e estructura dos terrenos estratificados. Um dos factos mais maravilhosos para as pessoas pouco familiarizadas com os assumptos geologicos é que os logares da Terra onde hoje se encontram terrenos estratificados, alguns dos quaes se elevam



Fig. 72

a altitudes de perto de 1000^m ou mais, tivessem noutras epochas feito parte de bacias de mares, ás vezes com profundidades enor-

mes. E todavia é uma verdade perfeitamente estabelecida. Quantas e quantas destas mudanças de scenario não se têm já succedido desde que o nosso planeta sahiu da sua phase embryonaria! Sam outras tantas surpresas, que nos esperam, quando fórmos percorrendo o quadro interessantissimo da geologia historica.

Para reconhecermos a estrutura dos terrenos estratificados, examinemos uma escarpa natural ou artificial destes terrenos, como por exemplo o córte duma pedreira de calcareo (fig. 72). Ahi veremos as secções das superficies limites dos estratos representadas por series de linhas parallelas, horizontaes ou obliquas.

Os estratos sedimentares revelam com frequencia uma especie de laminação particular, mudanças de côr ou de textura, interposições de corpos extranhos, etc., em direcções ainda parallelas a estas linhas.

185. Dimensões e fórmas dos estratos; leito e banco. A área occupada separadamente por um estrato pode elevar-se a dezenas ou até a centenas de quilometros quadrados, mas a espessura ou, como se costuma dizer, a *possança* está longe de conservar-se uniforme em toda essa extensão; em geral os estratos que se acham inteiros e não têm sido modificados deminuem de possança nas extremidades, á maneira dos bordos das lentes biconvexas. A rapidez com que esta deminuição se realiza varia aliás de uns estratos para outros, parecendo guardar uma certa relação com a finura do grão do sedimento; quanto mais fino é o grão, mais igual é a possança relativamente á área occupada pelo estrato. Assim os estratos calcareos e argillosos sam geralmente os que conservam a egualdade de possança numa extensão mais vasta, ao passo que os arenitos e os conglomerados grosseiros apresentam-se ás vezes em estratos muito possantes na parte média, mas occupam uma área relativamente restricta.

Quando os estratos se tornam notaveis pela sua fraca coherencia ou pequena espessura, ou pelo contrário, pela sua forte coherencia ou grande espessura, dá-se-lhes de preferencia a designação de *leitos* ou de *bancos* respectivamente; diz-se por exemplo: um *leito* de saibro ou de argilla; um *banco* de arenito ou de calcareo; etc.

186. Fósseis; sua importancia na geologia. Dá-se actualmente o nome de *fósseis*¹ a todos os restos, impressões ou vestigios de seres organizados existentes nos estratos já formados da crusta terrestre. Os fósseis podem encontrar-se no seio dum estrato, fazendo parte dos detritos de que este se formou, ou consistir simplesmente em impressões superficiaes, como as pégadas ou rastos

Do l. *fos-si-lí-s*, th. *fod*, que se extrae da terra cavando, cf. l. *fod-i-o*, cavar.

que a passagem dum animal deixa impressos num solo argiloso humido. No primeiro caso, é facil de ver que as plantas ou animaes, a que estes restos pertencêram, fôram contemporaneos da formação desse estrato, e que a maior parte deviam ter vivido no proprio local ou numa área proxima. No segundo caso, eram evidentemente mais modernos, mas a sua existencia no local é tambem um facto indubitavel.

Por outro lado, a botanica e a zoologia ensinam-nos, que a indole e o modo de vida dos seres vivos estãm em correlação intima com a sua estrutura organica, e esta com a natureza dos progenitores e com a natureza do meio. Cada logar da Terra, cada instante da creação, coexiste com uma flora especial e com uma fauna especial, que se tẽem succedido ininterruptamente a outras floras e a outras faunas.

Comprehende-se pois a alta importancia do estudo dos fósseis na geologia, não só para o reconhecimento e individualização de cada estrato, mas tambem para fazer idéa do estado da geographia physica, dos climas e todos os outros elementos do meio nas epochas successivas da historia do globo. O processo reduz-se, em ultima analyse, á comparação minuciosa, tanto individual como collectiva, dos fósseis de cada estrato sedimentar com as plantas e animaes que vivem na epocha actual.

187. Horizontalidade primitiva e deslocamentos posteriores dos estratos.

A posição natural dos estratos, no acto da sua formação, é parallela á superficie livre dos liquidos em repouso, isto é, ao horizonte. Demonstra-se este facto não só pelos principios geraes da mechanica, mas tambem pela comparação com os depositos similares dos lagos e mares actuaes. Isto porém não impede de que elles, depois de formados, experimentem diferentes deslocamentos, totaes ou parciaes (fig. 73), inclinando-se, curvando-se de mil maneiras, dobrando-se em prêgas (*plicaturas*) ou fracturando-se; podem até chegar a ser desaggregados pouco a pouco, para irem com os seus restos contribuir para a formação de novos estratos. As causas de todas estas alterações ham de ser estudadas na geodynamica.

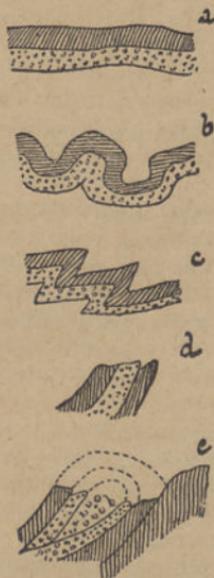


Fig. 73. a estratos ligeiramente ondulados; b est. contorsidos; c est. em zig-zag; d est. levantados; e est. revirados e invertidos.

188. Falhas. Chamam-se assim as fracturas cujos bordos, por haverem experimentado deslocamentos deseguaes (fig. 74), deixam de corresponder-se de um ao outro lado, como primitivamente.

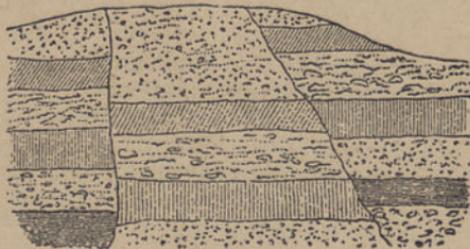


Fig. 74

Este accidente pode evidentemente affectar tanto os terrenos estratificados, como as massas eruptivas.

189. Coordenadas geologicas dos estratos. Sam as constantes que definem o seu lugar geometrico no espaço. O problema reduz-se elementarmente á determinação da posição dum estrato plano; porque, por mais irregulares que sejam as curvaturas e plicaturas que um estrato tenha soffrido, podemos sempre imaginá-lo decomposto em estratos menores unidos entre si como as faces dos polyedros. Quando estes estratos elementares forem sufficientemente deminutos, para que os possamos sem erro sensível considerar planos, a fixação de cada um dellés separadamente dá em resultado a fixação do todo. Além disto, a posição dum estrato plano fica determinada, quando for conhecida uma das suas faces, visto que estas sam planos sensivelmente parallellos. E assim recahimos no problema conhecido da determinação dum simples plano no espaço.

A geometria ensina-nos, que neste caso o plano fica determinado quando conhecermos tres dos seus pontos não situados em linha recta, ou duas rectas parallelas existentes na sua superficie, ou duas rectas que se cruzem. Em geologia qualquer destas soluções pode satisfazer, conforme os meios practicos, de que dispusermos; mas, comprehende-se bem que, quando se trata de descrever a estrutura dum pays, não convém definir de modos diversos as posições dos differentes estratos, porque as definições não seriam comparaveis.

Convencionou-se então que a posição de cada elemento plano dum estrato qualquer se referisse constantemente a duas rectas (fig. 75) traçadas na superficie dum elemento, uma *cd* horizontal (*traço horizontal*), e outra *ab* perpendicular a esta (*traço do pendor*)

ou linha do maior declive). As coordenadas do estrato referem-se a estas duas linhas, e denominam-se *direcção*, *pendor* e *inclinação*.

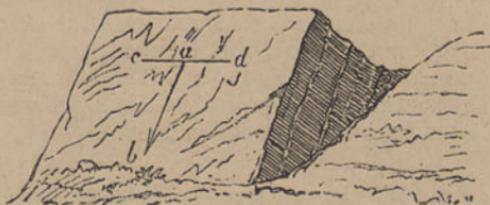


Fig. 75

A *direcção* é dada pelo angulo que fórma o traço horizontal com a linha meridiana. Pode exprimir-se pelo processo commum adoptado para os rumos, como se fôsse o rumo do traço horizontal, ou por um numero unico, imaginando os angulos contados como se usa na trigonometria, seguindo a circumferencia no sentido *sinistrorsum* (contrario ao movimento dos ponteiros dos relógios) a partir dum ponto fixo. Adoptando o primeiro processo, diríamos por exemplo, que a direcção é N. 23° E., N. 42° W., S. 19° E., etc.; adoptando o segundo, diríamos respectivamente, que a direcção é de 337°, 42°, 199°, etc., suppondo que o ponto fixo é o norte geographico. Comprehende-se facilmente, quanto este ultimo processo é mais commodo e mais simples do que o primeiro.

O *pendor* é dado pelo angulo diedro formado pelo meridiano do lugar e o plano vertical, que passa pela linha do maior declive. Exprime-se de qualquer dos dois modos indicados para a direcção. O pendor e a direcção determinam-se habitualmente por meio da *bussola*, fazendo a correcção da declinação. É claro aliás que, conhecido o pendor, a direcção fica determinada, para o que basta ajuntar ou subtrahir 90°; mas a reciproca não é verdadeira.

A *inclinação* é o angulo formado pela linha do maior declive com a sua projecção sobre o plano do horizonte. Esta coordenada determina-se por meio do *clinometro*, que é um pequeno appendice pendular annexo ás bussolas dos geologos.

190. Traço superficial. É a intersecção da superficie dum estrato, ou dum terreno qualquer, com a superficie do solo; é em geral uma linha curva irregular. Os limites dos terrenos nas cartas geologicas não sam outra coisa senão as projecções destas linhas sobre um plano horizontal, representado pelo plano da carta.

191. Estratificação regular; lei da sobreposição; inversões. A estratificação é a disposição dos membros dum terreno em ca-

madras ou estratos accumulados successivamente uns sobre os outros. É regular, quando os estratos correspondem ao typo a que nos temos referido, e que podemos considerar como o normal; é este o que se observa ainda hoje nos sedimentos em via de formação na quasi totalidade das bacias dos nossos mares e lagos. Os estratos depositam-se naturalmente de modo tal, que os mais antigos servem de base aos mais modernos. É necessario ter sempre presente esta lei, porque, apesar da simplicidade do seu enunciado, é por ella que se evitam a cada passo os mais grosseiros erros na apreciação da idade relativa das formações.

Infelizmente o reconhecimento practico da sobreposição nem sempre é tam simples como o enunciado da lei, e ha até casos em que a sobreposição não pode verificar-se directamente, porque a isso se oppõe a falta de córtes, ou a estrutura demasiadamente complicada do terreno; vem então em seu auxilio o caracter paleontologico, isto é, o caracter tirado do exame dos fósseis.

Quando se começa o estudo geologico dum pays, procuram-se em primeiro logar os pontos onde a estrutura se revela com mais simplicidade e evidencia, e observa-se ahi minuciosamente a ordem da sobreposição. Feito este trabalho e reconhecido o caracter paleontologico peculiar de cada estrato, a ordem da successão pode considerar-se definitivamente estabelecida. Dahi por deante podemos, em caso de necessidade, prescindir do exame directo da estratificação e guiar-nos apenas pelas indicações deduzidas dos fósseis.

Os deslocamentos, curvaturas e plicaturas, a que se acham sujeitos os estratos, podem dar logar a que em certos pontos elles fiquem revirados (fig. 73, *e*), apparecendo ahi invertida a ordem da sua sobreposição. Este facto, como se vê, representa apenas um accidente local.

192. Estratificação concordante e discordante; estratificação transgressiva. Lacunas. Diz-se que dois estratos sobrepostos estão

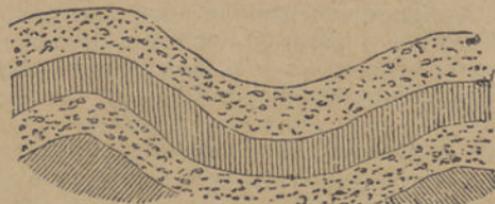


Fig. 76

em *estratificação concordante* (fig. 76) ou *discordante* (fig. 77),

conforme as suas superfícies sam ou não sam paralelas. A *estratificação transgressiva* (fig. 78) não é mais do que um caso particular da *estratificação discordante*, e dá-se quando o estrato mais novo assenta sobre o topo dum ou mais estratos inferiores.



Fig. 77

Uma discordancia de estratificação suppõe necessariamente um intervallo de tempo decorrido entre a formação dos dois estratos, e admite-se em geral, que esse intervallo é tanto maior, quanto maior for o angulo por elles formado ou, como se costuma dizer, a sua *discordancia*; mas convém notar, que este phenomeno representa apenas um accidente local, succedendo ordinariamente que dois estratos muito discordantes em algum ou alguns dos seus pontos se apresentam noutros em perfeita concordancia; observa-se isso, por exemplo, nos estratos representados na fig. 79, os quaes sam concordantes de *A* para *B*, discordantes de *A* para *C*, e novamente concordantes em *C*. Vê-se pois que entre dois estratos

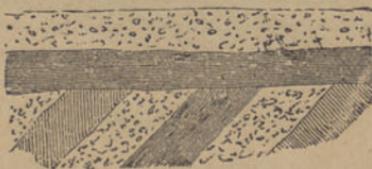


Fig. 78

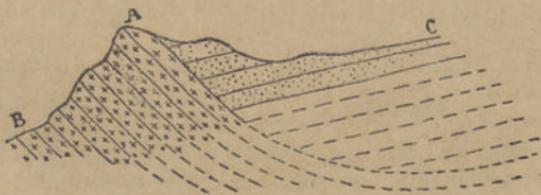


Fig. 79

concordantes podem tambem existir lacunas, maiores ou menores; e assim é com effeito. A transição immediata dum estrato para outro de natureza differente accusa, em regra, uma lacuna na sedimentação local; porque a natureza particular de cada sedimento

suppõe certas e determinadas condições da parte do meio em que se forma, já na qualidade e proveniência dos materiaes em suspensão nas aguas, já na natureza destas, sua energia mechnica, temperatura, etc. É necessario portanto que todas ou parte destas condições tenham mudado, o que evidentemente não se realiza senão mediante o decurso dum certo lapso de tempo, que pode às vezes contar-se por centenares ou milhares d'annos.

193. Estratificação irregular. As irregularidades da estratificação podem provir da sua inclinação original, independentemente de qualquer movimento do solo, ou da fôrma e relações de cada estrato com os estratos vizinhos. A formação de estratos perfeitamente horizontaes suppõe, que as aguas eram tranquillas, pelo menos nas camadas profundas, em contacto com as quaes o sedimento se foi accumulando; é só nestas circunstancias que os estratos podem attingir uma certa extensão horizontal. Os estratos originariamente inclinados ou irregulares affectam sempre dimensões notavelmente reduzidas.



Fig. 80

A *e. diagonal* (fig. 80) é a mais frequente nos depositos formados na embocadura dos rios tributarios de lagos ou, em termos technicos, nos

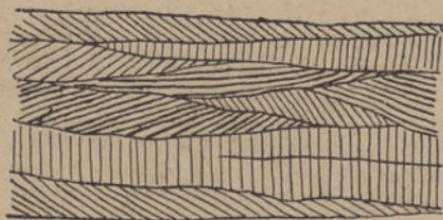


Fig. 81

deltas lacustres. A corrente do rio termina abruptamente numa superficie muito mais inclinada que a do seu leito, e isto leva os materiaes em suspensão a precipitarem-se rolando sobre essa superficie, que ellas vam, por assim dizer, forrando com capas successivas.

A *e. cruzada* (fig. 81) é o resultado do conflito

entre duas ou mais correntes, que se encontram ou alternam; fôrma-se ordinariamente na confluencia dos rios, ou nos pontos em que estes communicam com o mar.

TERRENOS ERUPTIVOS

194. Os terrenos eruptivos têm a sua origem no terreno crystallino fundamental, de que se podem considerar como prolonga-

mentos ou órgãos appendiculares (fig. 71, *M*, *M'*, *M''*), assim como as apophyses esqueléticas sam prolongamentos dos ossos ou das cartilagens, ou como os ramos e as folhas sam órgãos appendiculares do corpo das plantas. A sua formação é portanto de character *endogenico*¹, ao contrario dos terrenos sedimentares, que sam essencialmente *exogenicos*². Debaixo do ponto de vista estatico, estas duas categorias de terrenos distinguem-se uma da outra pelo logar que occupam, pela fórma e pela textura.

Os terrenos eruptivos insinuam-se através dos depositos sedimentares pelos pontos em que a resistencia destes é mais fraca, ordinariamente pelas fracturas ou por entre as superficies de separação dos estratos; a textura é maciça ou crystallina. Designam-se por nomes muito variados, como: *betas*, *filões* ou *veios*; *diques*; *collos*; *cabeços*, *cupulas* ou *typhões*; *correntes*; *mantos* e *maças*. Na epocha actual sam representados pelas formações vulcanicas.

As *betas*, *filões* ou *veios* eruptivos sam terrenos cuneiformes, simples ou ramificados, provenientes do enchimento duma fenda pela injeccção duma rocha em fusão ignea. Os *diques* sam um caso particular dos filões, especialmente caracterizado pelo parallelismo das duas superficies principaes; o que lhes dá a apparencia de muralhas ou paredes em ruinas. Os *collos* differem dos filões em apresentarem uma fórma approximadamente cylindrica, de secção circular ou elliptica.

Os *cabeços*, *cupulas* ou *typhões* formam-se, quando o magma fundido atinge a superficie terrestre em estado de fluidez imperfeita, que o impede de correr ou espalhar-se; o castello de Leiria foi edificado sobre uma cupula de ophito (165). Quando a fluidez é mais perfeita, o magma estende-se por cima duma área mais extensa, cobrindo-a como uma especie de *manto*, ou derivando numa ou mais direcções para os niveis inferiores do solo, á maneira das *correntes* liquidas ordinarias. Tanto os cabeços, cupulas ou typhões, como os mantos e as correntes, communicam com as regiões profundas por um ou mais collos, ou occasionalmente por *diques* ou *filões*.

A palavra *maça* serve (á falta doutra) para designar as formações eruptivas, que se desenvolveram irregularmente em todas as direcções antes de attingirem a superficie do solo. As *maças* de dimensões muito grandes tomam o nome de *maciços*. Aquellas e estes chegam ás vezes a occupar a superficie, quando, por quaesquer causas, tiverem sido destruidos os terrenos que primitivamente lhes serviam de tecto. Aproveitando-nos ainda duma comparação vulgar, podemos dizer que as *maças* e os *maciços* sam uma especie

¹ *Éndon*, dentro + th. *gen.*, cf. *gígnomai*, nascer + suff. *ico*.

² *Éwo*, fóra + th. *gen* + suff. *ico*.

de bossas ou *hybomatos*¹ do terreno crystallino fundamental. A grande área granítica, que se desenvolve na metade septentrional do nosso pays e na maior parte da nossa provincia do Alentejo, talvez não seja outra coisa senão a parte actualmente descoberta dum ou mais maciços de granito.

Valles typhonicos

195. O accidente geotectonico, a que este nome se refere, foi descoberto por Choffat em diversos pontos das nossas formações secundarias ao norte do Tejo². Segundo a definição deste geologo, sam «valles limitados por series de folhas, e com o fundo levantado através dos terrenos mais recentes, com os quaes se acha actualmente em contacto em todo o seu perimetro».

As áreas correspondentes a estes valles (*áreas typhonicas*), além do interesse que offerecem pelo caracter particular da sua complicada estrutura, tornam-se tambem importantes pelas numerosas nascentes hydro-mineraes³, que ali apparecem; pela sua connexão intima com *typhões* de rochas eruptivas, na maior parte ophitos, e enfin pela presença de certas especies mineraes, como: gesso, sal gemma, quartzo, mica, etc.

Junturas

196. Os córtes transversaes dos terrenos maciços põem a descoberto, além das fracturas propriamente ditas, que geralmente offerecem uma disposição irregular, series de fendas numa ou mais direcções, dividindo a massa em lageas extensas ou em peças limitadas em todos os sentidos. Nos terrenos estratificados observam-se fendas semelhantes cruzando normal ou obliquamente os planos da estratificação. Num e noutro caso o phenomeno é determinado por accões, que começam a manifestar-se durante o processo da solidificação da rocha. O aspecto articulado que então a massa adquire, fez com que os geologos dessem a taes fendas o nome, talvez improprio, de *junturas*.

¹ Gr. *hyboma*, bossa, th. *hybomat*.

² *Note préliminaire sur les vallées typhoniques et les éruptions d'ophite et de teschenite en Portugal*. Bull. Soc. géol. de France, 3^e série, t. x, pp. 267 a 288.

Nouvelles données sur les vallées typhoniques, etc. Communicações da Com. dos Trab. Geol. de Portugal, t. i, pp. 113 a 122.

³ PAUL CHOFFAT — *Contributions à la connaissance géologique des sources minéro-thermales des aires mésozoïques du Portugal*. Lisbonne, 1893.

Quem tiver examinado o que succede, quando um solo argilloso humido fica por algum tempo exposto ao calor solar, sabe que, enquanto a agua se evapora, a argilla abre fendas em differentes direcções formando entre si uma especie de rede de malhas polygonaes notavelmente regulares; a profundidade das divisões depende da extensão que tomava a parte molhada e da rapidez da evaporação. Sabe-se tambem, que as rochas fundidas estalam e separam-se dum modo semelhante, quando solidificam.

Nos basaltos é muito frequente uma estructura columnar prismatoide pseudo-regular (fig. 82), produzida pela retracção que a pasta experi-

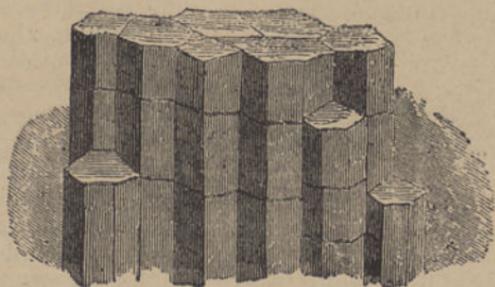


Fig. 82

mentou ao resfriar-se. As columnas são limitadas ordinariamente por 3 systemas de juntas contornando hexagonos ou pentagonos quasi regulares e, além destas, por um outro systema transversal, que as divide em prismas sobrepostos pelas bases. Os exemplos classicos desta especie de estructura são a celebre *gruta de Fingal*, na ilha de Staffa, perto da costa occidental da Escossia, e a *Calçada dos Gigantes* (*Giant's Causeway*), no condado de Antrim (Irlanda). Em Bertrich-Baden (Prussia Rhenana), a meio caminho entre Coblenz e Trier, ha tambem uma notavel gruta basaltica, a *Gruta dos Queijos* (*Käsegrotte*), assim chamada por causa das suas columnas formadas pela sobreposição de espheroides deprimidos, que a imaginação popular achou comparaveis a grandes pilhas de queijos.

Os granitos dividem-se frequentemente em grandes cubos ou paralelepipedos rectangulos por uma junturação horizontal e duas verticaes em angulos rectos. Pela acção continuada dos agentes atmosfericos os angulos e as arestas arredondam-se e a alteração progride lentamente para o interior da massa por camadas que se esfoliam successivamente, como se fossem as capas duma cebola. É um facto que pode observar-se muito facilmente nas nossas regiões graniticas.

Filões mineraes

197. Resultam da accumulação de mineraes crystallinos nas falhas ou fendas, que atravessam terrenos mais ou menos duros

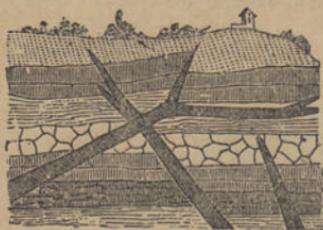


Fig. 83

(fig. 83). Os mineraes mais frequentes nestes filões sam o quartzo, fluorite, baryte ou calcite, acompanhados ou não por mineraes metallicos de chumbo, zinco, prata, antimonio ou cobre. Debaixo do ponto de vista industrial sam estes mineraes metallicos a parte mais importante ou a unica importante do jazigo, o que fez com que o nome de *minerio* se applicasse exclusivamente a elles, con-

fundindo os restantes com o titulo commum de *ganga*¹.

Tem-se reconhecido que existe uma certa correlação entre a natureza dos filões mineraes e a dos terrenos que elles atravessam; o que não se verifica a respeito dos filões, betas ou veios de rochas eruptivas. Isto indica, que o mechanismo do enchimento duns e outros é devido a causas que actuam de modo diverso.

¹ Do fr. *gangué*, e indirectamente do ingl. *gang*, companhia ambulante; cf. ingl. *to gang* = all. *gehen*, ir, caminhar.

GEODYNAMICA

198. Fim e methodo da geodynamica. Todo o phenomeno consiste fundamentalmente numa modificação operada em relação a um estado anterior ou, se quisermos, na passagem dum estado, que podemos chamar *inicial*, para outro, que podemos chamar *final*; a materia é a mesma antes e depois do phenomeno. Entre os dois estados temos em última análise um movimento, que é a quanto se reduz sempre o phenomeno, por mais complicado que seja. A causa efficiente deve pois ser uma força. Exemplifiquemos:

a. Tome-se um tubo cylindrico de vidro *A B* (fig. 84) com 3 a 4 centimetros de diametro, adapte-se a uma das extremidades uma rolha de cortiça, por onde passe um pequeno tubo estreito, e ligue-se a este um tubo comprido de cauchú. Preparado assim o aparelho, colloque-se o primeiro tubo em posição vertical com a extremidade fechada voltada para baixo, e levante-se a parte livre do tubo de cauchú até a um nivel igual ou superior ao da extremidade aberta. Introduza-se depois por esta extremidade uma porção d'agua até a uma certa altura *a*, e lance-se-lhe dentro uma pouca d'argilla em pó. Fazendo passar pelo tubo de cauchú uma corrente d'ar sufficientemente forte, essa corrente agita o liquido, e a argilla pode assim conservar-se por algum tempo em suspensão tornando o liquido lodoso; mas, logo que a corrente se interrompa, o liquido começa a voltar ao estado de repouso, a turvação desaparece pouco a pouco, e a argilla deposita-se no fundo tomando a fôrma dum estrato *b* perfeitamente horizontal. Aqui o estado inicial é representado pela argilla em suspensão na

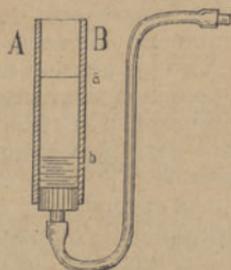


Fig. 84

agua, o final pelo estrato depositado; o phenomeno é a sedimentação, e a causa efficiente é a acção da gravidade.

b. Se, em vez de lançarmos no liquido unicamente argilla, empregassemos argilla e areia misturadas, em vez dum estrato simples, como na experiencia precedente, ficariam no fundo do vaso dois estratos sobrepostos perfeitamente horizontaes, achando-se a areia na parte inferior do tubo e a argilla na superior.

c. Façamos ainda outra experiencia. Tomemos um litro d'agua do mar filtrada e evaporemos-la lentamente pelo calor. Apesar da limpidez e pureza apparente do liquido, veremos que fica no fundo do vaso um residuo branco, salino, pesando proximamente 36 grammas; a sua analyse dá:

Chloreto de sodio	27	grammas
Chloreto de magnesio.....	3	»
Sulfato de magnesio	2	»
Sulfato de calcio.....	2	»
Chloreto de potassio	1	»
Brometo de sodio, etc.....	1	»
Total.....	36	»

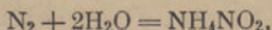
Nesta experiencia ha propriamente dois phenomenos a distinguir, um dos quaes é consequencia do outro, a saber: — 1.º passagem da agua do estado liquido ao estado de vapor, e 2.º libertação dos saes pela ausencia do dissolvente.

É inutil multiplicar mais os exemplos, pelos que ficam descriptos vê-se, que existe uma relação necessaria entre o estado final e o inicial, e que esta relação se acha representada na história do phenomeno; de sorte que, se fôrem conhecidos os estados limites de todos os phenomenos que se têm realizado no nosso planeta ou, pelo menos, vestigios certos, pelos quaes nós hoje os possamos reconhecer, a história da Terra poderá desse modo reconstituir-se. Basta para isso examinar previamente o modo como actuam as forças da Natureza em todos os phenomenos da epocha actual, e quaes as modificações que por meio dellas tendem a produzir-se; o argumento de analogia ensinar-nos-ha a reconhecer os effeitos dos phenomenos das epochas anteriores e ao mesmo tempo a comprehender o mechanismo desses phenomenos. É o que vamos emprehender.

PHENOMENOS EXTERNOS

I. Acção da atmosphera

199. Acção physico-chymica. Dos quatro principaes componentes da atmosphera terrestre o azote entra, como se sabe, numa proporção um pouco inferior a $\frac{4}{5}$, o oxygenio em pouco mais de $\frac{1}{5}$, o anhydrido carbonico e o vapor d'agua apenas nalgumas centesimas p. c. Na crusta terrestre as proporções relativas seguem, por assim dizer, uma ordem inversa, porque o azote é precisamente um dos elementos menos abundantes, o seu papel adquire a maxima importancia nos organismos vivos, e entre estes nos animaes. Com effeito a chymica ensina-nos, que este corpo entra difficilmente em combinação directa com os outros corpos, e que tambem não os substitue nas combinações senão por processos indirectos. Entretanto tem-se reconhecido, que as descargas electricas produzem na atmosphera pequenas quantidades de nitrito e nitrato d'ammonio; a reacção primordial pode considerar-se como uma fixação atomica do azote pelo vapor d'agua,



á semelhança do que se passa com certos microbios, que têm a faculdade de fixar na sua propria substancia o azote atmospherico. No primeiro caso o agente excitador seria a electricidade, e no segundo a força vital.

Ao inverso do azote, o oxygenio combina-se directamente com a maior parte dos outros elementos, especialmente sendo acompanhados dum certo grau d'humidade. Vimos um exemplo disso na oxydação da pyrite (145) nas piçarras aluminiferas; mas o factó é vulgarissimo em todo o reino mineral. A parte externa do nosso planeta, aquella que se encontra em contacto mais directo com a atmosphera, é formada na quasi totalidade por mineraes oxygenados, e num estado d'oxygenação em geral tanto mais avançado, quanto menor é a distancia que os separa da superficie; ao passo que as regiões mais profundas da crusta sam formadas pelos mineraes mais pobres em oxygenio, e o nucleo quasi exclusivamente por ferro metallico (23).

O anhydrido carbonico combina-se directamente com os oxydos de certos metaes, e pode substituir o elemento acido em muitas

combinações salinas, como silicatos, sulfatos, phosphatos, etc. A acção é favorecida pela presença da humidade. Dissolvido nas aguas terrestres favorece a dissolução dos carbonatos insolúveis ou pouco solúveis, e transforma diferentes generos salinos em carbonatos. Pelo contrário, os grãos chlorophyllinos dos parénchymas vegetaes decompõem-no debaixo da influencia da luz do sol, restituindo á atmosphera um volume igual d'oxygenio.

A importancia chymica do vapor d'agua não é menos efficaz do que a do oxygenio e do anhydrido carbonico, pode talvez asseverar-se, que não ha nenhum phenomeno geologico em que elle ou a agua não represente um papel mais ou menos directo. Ao seu contacto os oxydos e outras combinações metallicas convertem-se em hydroxydos, como acontece por exemplo com os mineraes ferruginosos, que passam espontaneamente ao estado de limonite, oxydando-se por este processo. Outras vezes combina-se molecularmente com vários compostos saturados formando moleculas definidas mais ou menos estaveis, como na transformação do sulfato de calcio anhydro em gesso, pela addição de duas moleculas d'agua.

Numa atmosphera secca os mineraes que contém agua interposta, e muitos que a têm em estado de combinação molecular, cedem-na pelo contrário á atmosphera, quasi sempre com alteração da textura, tenacidade, lustre, cór, diaphaneidade e outras propriedades physicas.

200. Acção mechanica. Resume-se em tres palavras: *desintegrar, transportar e depositar.*

As variações de volume, que as rochas da superficie experimentam pelas simples oscillações da temperatura, sam uma das causas que primeiro contribuem para a sua desintegração, já abrindo nellas grandes fendas, que podem attingir dezenas e até centenas de metros de comprimento, já destacando-lhes lascas e fragmentos de maiores dimensões, que se projectam a distancia ou se despeñham pelo seu proprio peso accumulando-se junto da base da escarpa. Nos climas quentes e de ceo limpido, em que o calor intenso do dia contrasta notavelmente com a frescura da noite, esta desaggregação costuma ser acompanhada dum estalido particular. O effeito é naturalmente mais intenso nas partes em que a rocha tem já soffrido num começo d'alteração chymica:

Os arenitos e as rochas de fraca consistencia desfazem-se gradualmente em partículas miudas, de que o vento se apodera, como succede aos pequenos objectos que vemos volteando na atmosphera nas ruas das povoações, e mais ainda nas estradas macadamizadas. O transporte pode prolongar-se assim a distancias de muitas leguas, mas a final todos esses materiaes terminam por depositar-se depois dum intervallo de tempo mais ou menos longo, conforme o seu peso e volume, e conforme a velocidade de translação.

É tambem um facto conhecido, e ao mesmo tempo facil de comprehender, o augmento d'energia mechanica que adquirem as correntes

aereas, quando envolvem na sua massa particulas solidas, cuja densidade é muito maior do que a sua; a massa total assim amplificada augmenta ainda na razão do quadrado da velocidade. As rochas mais resistentes, como o basalto, o granito e o calcareo compacto, expostas deste modo a uma especie de fricção prolongada, desgastam-se continuamente, e adquirem com o tempo um polido especial. A indústria tem imitado este phenomeno, para obter um corrosivo mechanicamente, ao mesmo tempo economico e energico, com que podem reproduzir-se desenhos sobre uma superficie polida de vidro ou de metal.

201. Médos. Nas planicies arenosas, em que os ventos predominam com uma certa intensidade numa determinada direcção, formam-se uma especie d'ondas ou montes moveis d'areia, que o povo da beira-mar conhece pela designação de *médos* ou *mêdoes*, corresp. ao hesp. *médanos*. É o mesmo accidente que os auctores francezes descrevem com o nome de *dunes*, tirado egualmente da linguagem popular e inconvenientemente introduzido na nossa linguagem litteraria, como se não possuíssemos uma palavra equivalente.



Fig. 85

Os médos offerecem o aspecto de serras em miniatura, formadas por uma serie de rugas paralellas, sobre uma faixa, que pode estender-se a 5 ou 6 chm. de largura, elevando-se algumas dezenas de metros acima do nivel do mar. Em certos casos menos frequentes a altura pode approximar-se de 100 m. ou ainda mais. A direcção é perpendicular á dos ventos reinantes da localidade.

A força impulsiva do vento, forçando os grãos d'areia a desiocarem-se sobre a vertente de barlavento, como sobre um plano inclinado, transporta-os assim successivamente (fig. 85) até á parte mais elevada, donde se despenham pelo seu peso ao longo da vertente de sotavento. Por este processo é claro, que o médoo experimentará um deslocamento indefinido no sentido do vento dominante, enquanto não apparecer algum obstaculo, que se lhe opponha, ou o regimen dos ventos não fór alterado.

A existencia dos médos assignala-se de preferencia nas praias arenosas, extensas e pouco inclinadas; mas conhecem-se tambem muitos no interior dos continentes, especialmente nos grandes desertos d'areia. Em Portugal abundam infelizmente os exemplos tanto na costa de W. como na do S., e ninguem ha que ignore os

prejuizos, que a sua progressão para o interior vae occasionando na agricultura e nas povoações vizinhas.

Quando as correntes oceanicas transportam habitualmente materiaes arenosos com tendencia a depositarem-se ao longo duma parte da costa, o refluxo das aguas na baixa-mar pode fazer com que os médos comecem a formar-se a distancia da terra firme, antepondo-se como uma especie de barreira em frente das embocaduras dos rios, modificando-lhes o percurso e obstruindo-os cada vez mais. É o que se observa na costa do S. do Algarve, onde existe já um cordão de ilhas desde as proximidades do cabo de S.^{ta} Maria até á povoação de Cacella, a 10 chm. E. de Tavira.

II. Acção da agua

202. Distribuição geral das aguas terrestres. Todas as massas d'agua superficiaes, mares, lagos, rios, etc., sam a séde duma evaporação contínua (46), invisível, de cuja condensação resultam as nuvens, nevoeiros, chuva, neve e outros meteoros aquosos. Assim como succede nos alambiques ordinarios, a agua é ao mesmo tempo depurada por esta especie de destillação, e é ainda num estado de pureza relativa que chega a attingir a superficie da Terra, já no estado liquido (aguas pluviaes), já no estado solido, crystallino ou compacto (neve e granizo); mas, achando-se aqui em contacto mais ou menos íntimo e prolongado com uma immensidade de substancias de todas as categorias possiveis, a sua composição chymica modifica-se pela dissolução dessas substancias, e com ella modificam-se ao mesmo tempo as suas differentes propriedades. Este facto justifica a divisão de todas as aguas terrestres em dois grupos fundamentaes, as aguas *meteoricas* e as aguas *telluricas*.

As primeiras, que até certo ponto se approximam da agua destillada artificialmente, comprehendem o vapor d'agua atmospherico e todos os seus graus successivos de condensação até á sua saída definitiva da atmosphera. Destas as que representam o papel geologico mais importante sam as aguas *pluviaes* e a *neve*. Quanto ás aguas *telluricas*, cuja composição e propriedades pode dizer-se que variam ao infinito, limitar-nos-hemos a considerá-las em relação ao logar que occupam, em depressões ou bacias da superficie (*aguas superficiaes*), ou infiltradas na espessura da crusta (*aguas subterraneas*). Trataremos em logar especial dos effeitos da agua no estado solido.

203. Aguas pluviaes. Adoptando aqui o mesmo methodo de exposição que na acção da atmosphera, podemos distinguir nas aguas pluviaes uma acção physico-chymica e uma acção mecnica.

Na acção physico-chymica sobreesae em primeiro logar o seu poder dissolvente. É sabido que a agua da chuva se corrompe com maior facilidade do que a agua dos rios, das nascentes ou dos poços, o que é devido ás materias organicas e principalmente aos micro-organismos arrastados mechanicamente da atmospheria; mas além destes corpos as aguas pluviaes trazem em dissolução pequenas quantidades de várias substancias, entre as quaes figuram o oxygenio, azote, anhydrido carbonico, chloreto de sodio, carbonato e nitrato d'ammonio, etc. Estas substancias augmentam a solubibilidade da agua para os differentes corpos, com que ella vae encontrar-se na superficie e na espessura do solo, e modificam-lhe notavelmente as suas propriedades physico-chymicas.

O carbonato de calcio, que na agua pura se dissolve apenas na proporção ponderal de 0.02 p. c. á pressão e temperatura ordinarias, pode dissolver-se na de 0.1 % em agua carregada de CO_2 . Augmentando a pressão, as quantidades de CO_2 e de carbonato de calcio augmentam proporcionalmente. É porisso que nos pontos onde as aguas calcareas saem dos intersticios capillares dos terrenos para as cavidades interiores, grutas, grandes fendas, ou para a superficie livre da Terra, a deminuição da pressão dá logar ao deposito duma quantidade de CaCO_3 correspondente ao CO_2 que se põe em liberdade.

Quando consideramos a acção que as aguas pluviaes sam capazes de exercer sobre os elementos constitutivos do solo, é necessario modificar um pouco a idéa que as simples descripções da chymica experimental nos levam naturalmente a formar acerca da solubibilidade de cada corpo; devemos sobretudo notar, que as condições naturaes dos phenomenos sam normalmente muito mais complexas do que as artificiaes, e que a Natureza nas suas operações dispõe do elemento tempo como o homem nunca pode dispôr nas suas experiencias. É porisso que habitualmente consideramos como insolueis muitas substancias que se encontram dissolvidas nas aguas naturaes, como a silica e a quasi totalidade dos silicatos. Não ha substancia nenhuma que possa reputar-se insoluel duma maneira absoluta. G. Bischof poude por exemplo verificar, que, pela acção prolongada da agua pura sobre os feldspathos, micas, pyroxenas, amphibolas e muitos outros mineraes reduzidos a pó fino, se dissolvem em pouco tempo vestigios de compostos alcalinos, alcalinoterrosos e terrosos, cuja presença é accusada pelos reagentes chymicos. A acção é ainda mais prompta em aguas contendo já certas substancias dissolvidas.

204. A acção mechanica das aguas pluviaes é relativamente pouco importante, enquanto as rochas não têm sido desaggregadas ou modificadas pelas acções physico-chymicas. Então as gottas liquidas apoderam-se das particulas terrosas com que se encontram e transportam-nas consigo para os desaguedouros aonde affluem. É claro que a intensidade da acção deve variar muito com a frequência e abundancia das chuvas, com a accidentação do terreno,

com a sua natureza petrológica e com o seu estado de cohesão. Nas localidades em que as condições forem mais favoráveis a devastação operada por este meio pode atingir em poucos annos proporções verdadeiramente extraordinarias, mas quer ella seja rapida, quer seja lenta, os phenomenos realizam-se essencialmente da mesma maneira, e a superficie da Terra tende assim a mudar continuamente de scenario. Pode em geral admittir-se, que a configuração e accidentação da superficie do solo dependem menos dos movimentos orogenicos propriamente ditos, do que da cohesão das particulas materiaes e da maior ou menor resistencia que os differentes terrenos oppõem á acção physico-chymica dos elementos atmosphericos. As rochas mais duras e resistentes, porisso que a sua desintegração é mais lenta do que a das rochas vizinhas, apparecem as mais das vezes occupando posições salientes ou relativamente elevadas; ao passo que as de pequena dureza e menos resistentes, desgastando-se pelo contrário mais rapidamente, ficam formando depressões ou reintrancias na superficie livre do terreno. É este um factio perfeitamente estabelecido, que o explorador encontra verificado a cada passo.

205. Effeitos geraes dos cursos d'agua. Escavação dos valles.

Uma das propriedades mais characteristics dos liquidos é a perfeita mobilidade das suas moleculas, que lhes permite obedecerem a qualquer acção que as sollicite, como se ellas estivessem realmente desligadas e independentes umas das outras. É porisso que, lançando um liquido sobre uma superficie inclinada, elle procura espontaneamente os niveis inferiores, para onde *corre*, até encontrar um reservatorio com capacidade sufficiente, para o receber. Tal é a razão, por que se formam os cursos d'agua naturaes, quer o liquido provenha directamente da chuva que cae sobre o solo, quer tenha origem na fusão de Neves ou de gelo, quer finalmente em fontes permanentes ou temporarias.

Se as condições physicas do phenomeno fóssem tam simples, como se suppõe no theorema de Torricelli, a velocidade do fluxo seria independente da massa em movimento, variando apenas em função da acceleração local da gravidade e da distancia percorrida na direcção da vertical; é o que nos mostra com toda a clareza a fórmula conhecida

$$v = \sqrt{2gh},$$

em que v representa a velocidade com que a corrente chega a um ponto qualquer do percurso, h a differença de nivel a que fica situada a origem, e g a acceleração da gravidade. Este valor augmentaria ainda proporcionalmente á pressão atmospherica somada com todas as outras pressões que se exercessem sobre o liquido no ponto inicial da corrente.

Segundo estes dados as aguas do Mondego chegariam á ponte de Coimbra com uma velocidade superior a 152^m por segundo, e a

sua energia mechanica seria tal, que nenhuma obra d'arte lhe resistiria. A velocidade seria a mesma nos periodos das maiores estiagens e durante as cheias mais volumosas. Ora nada disto é assim, a velocidade em Coimbra é proximaente igual a 1^m nas aguas claras de inverno, 1^m.5 nas cheias médias de inverno e 3^m nas grandes cheias¹. Por outro lado, é sabido que em todos os cursos d'agua a velocidade depende não só da inclinação do alveo, mas tambem da sua configuração e dimensões, da natureza e estado molecular das rochas que o compõem, e dum certo numero de circunstancias pela maior parte ainda mal estudadas; finalmente a velocidade em cada secção transversal da corrente é maior á superficie do que no fundo, maior no centro do que nas partes lateraes, e nos concavos das margens maior do que em seguida ás saliencias.

Toda a energia mechanica correspondente á enorme differença, que acabamos de notar, entre a velocidade theorica e a velocidade effectiva dos cursos d'agua é principalmente empregada: 1.º em vencer as resistencias devidas ás attracções moleculares entre o liquido e os corpos em contacto, especialmente os do fundo e das margens; 2.º no embate da corrente contra os obstaculos materiaes que encontra no seu caminho, e no movimento que imprime aos objectos que desloca; 3.º em transportar terra, areia, cascalho, pedras e outros materiaes; 4.º em vencer o attrito entre os materiaes transportados e entre estes e a superficie do leito e margens.

As chuvas, especialmente quando sam fortes e prolongadas, exercem sobre o solo uma especie de lavagem, arrastando para as ribeiras, rios, lagos e mares proximos uma grande quantidade de particulas terrosas, destacadas da superficie das rochas previamente alteradas pela influencia dos agentes atmosphericos. A turvação que apparece nas aguas correntes por occasião das cheias que se seguem ás epochas de chuvas é uma prova, que a cada passo nos attesta a realidade deste phenomeno.

As aguas correntes podem então servir de vehiculo a pedras e objectos pesados em quantidade tal, que á primeira vista custa a comprehender a facilidade com que elles sam deslocados. Mas devemos recordar-nos de que em virtude do principio d'Archimedes esses objectos *perdem ali uma parte do seu peso equal ao peso do liquido deslocado*, perda que é evidentemente mais consideravel nas aguas lodosas do que nas aguas claras. Para um corpo de peso p e densidade d a perda é

$$w = p \times \frac{d-1}{d}$$

ou

$$w = p \times 0.6$$

¹ ADOLPHO LOUREIRO, *Memoria sobre o Mondego e barra da Figueira*. Lisboa, Imprensa Nacional, 1875.

quando tivermos $d=2.5$, que é proximamente a densidade da maior parte das materias rochosas superficiaes da crusta terrestre.

206. Dos fragmentos solidos deslocados pelas correntes liquidas os de menor volume e densidade sam transportados como corpos fluctuantes, ao passo que os mais volumosos e pesados sam simplesmente arrastados pelo fundo do leito; mas em ambos os casos a sua presença contribue muito para augmentar a energia mechanica da corrente, podendo considerar-se que cada particula d'areia ou cada pedacinho de cascalho em movimento exerce uma fricção continuada sobre as superficies com que se vae achando em contacto, cujo effeito mais importante é o trabalho escavador, a que os geologos deram o nome de *erosão*.

Para dar idéa da rapidez com que em circumstancias favoraveis pode progredir este trabalho escavador, costuma citar-se o exemplo do Simeto, um riacho da Sicilia, que, tendo sido interceptado por uma corrente de lava duma erupção do Etna, em 1603, tem desde essa epocha aberto através da rocha vulcanica uma passagem de 12 a 18 m. de largura por 20 a 35 de profundidade.

As fendas, quer abertas, quer cerradas, que por toda a parte interceptam a crusta terrestre formando ordinariamente systemas, em que predominam duas ou tres orientações rectangulares ou quasi rectangulares, devem considerar-se como uma das condições mais favoraveis ao desenvolvimento da erosão. Vê-se isso numa escala vastissima nos celebres *Cañones* do rio Colorado (E. U. da America do Norte) (fig. 86). As aguas do rio correm no fundo de canos gigantescos (hesp. *cañon* é augm. de *caño* = port. *cano*) de paredes quasi verticaes com 600 a 1000 m. de altura, e ás vezes até 1800 m., abertos num extenso planalto na espessura de possantes estratos de arenitos, piçarras e calcareos, e penetrando ainda muitos metros no granito, que serve de base a todas aquellas formações sedimentares.

As experiencias de Daubrée vieram lançar muita luz no papel importante que as fracturas da crusta representam no trabalho erosivo dos cursos d'agua, pondo em evidencia que a trajectoria seguida pelas aguas de cada curso depende não só da configuração orographica ou relevo do solo subjacente, e da sua constituição physico-chymica e petrologica, mas tambem das fendas ou fracturas mais ou menos profundas, que existem em todas as qualidades de terrenos, tanto estratificados como maciços. Pode até accrescentar-se, que os alveos dos rios se acham, pelo menos na generalidade da sua extensão, enxertados sobre antigas linhas de fractura.

A observação das phases successivas da escavação do valle duma corrente pelas aguas dessa mesma corrente pode fazer-se com bastante rigor e commodidade nas regueiras d'agua, que por occasião das chuvas se formam temporariamente nas vias publicas e nos taludes das estradas. Cada uma destas regueiras é uma tórrente ou um rio em miniatura, com o seu leito principal e muitas vezes tambem com os seus affluentes. Os phenomenos reproduzem-se

alli qualitativamente como nas grandes torrentes e nos maiores rios do mundo, mas com a enorme vantagem de se exhibirem numa

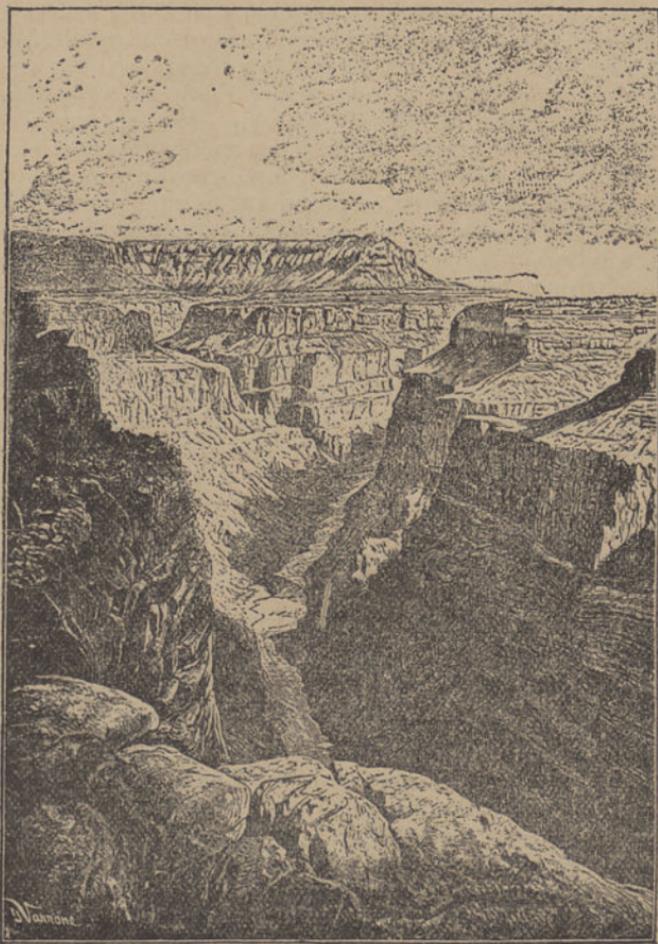


Fig. 86

ârea que a vista pode abranger sem o menor esforço, e em intervallos de tempo que não exigem artificios mnemonicos nem esforços de memoria.

207. Calhaus, cascalho, areias e lodo ; alluvium. Como acabamos de ver, a grande massa de materiaes terrosos e fragmentos

rochosos de várias dimensões, que os enxurros d'aguas pluviaes arrastam para os leitos das torrentes e dos rios (205), resultam da prévia alteração e desintegração das partes superficiaes da crusta ao contacto dos agentes atmosphericos (199 e 200).

Estes materiaes diversos, ao mesmo tempo que representam o instrumento com que as aguas executam o seu trabalho de escavação, experimentam ainda novas fracturas, trituram-se e desgastam-se, com os choques repetidos, a que ficam sujeitos, e com a fricção continuada de uns contra os outros e contra as rochas fixas do fundo e margens. Os angulos e arestas tornam-se cada vez mais rombos, até se arredondarem e polirem, convertendo-se em cascalho e calhaus rolados; ao passo que as particulas de menores dimensões, que resistiram ao desgaste, ficam reduzidas á condição de grãos d'areia. Resta ainda uma certa quantidade de materia mineral extremamente dividida e hydratada, que é o lodo; é este (e não a areia) o principal producto da acção mútua dos fragmentos rochosos, que se desgastam no seio das aguas.

Para o verificar, imaginou Daubrée¹ uma disposição experimental extremamente simples, que consiste em um cylindro horizontal movel em torno do seu eixo por meio duma manivella ou duma correia sem fim. Introduzindo no cylindro agua commum e fragmentos de rochas das mais duras e mais vulgares, como o quartzo e o granito, transmittiu ao systema uma velocidade equivalente a 0^m.80 até 1^m por segundo para os corpos em contacto com a superficie interna. Depois dum trajecto de 25 chilom., quando muito, os angulos acham-se perfeitamente arredondados, e os calhaus não podem já distinguir-se dos naturaes nem na fórma nem no aspecto.

Estes corpos, á medida que a velocidade das aguas se vae tornando insufficiente, para se conservarem em movimento, depositam-se no fundo pela ordem decrescente do seu peso e volume, isto é, em primeiro logar os calhaus maiores, depois os mais miudos, e em seguida o cascalhos, areias e lodo. É isto com effeito o que nos indicam tambem as duas primeiras experiencias descriptas no começo desta secção (198 a e b).

Com a repetição das cheias os mesmos materiaes tornam a produzir-se e a depositar-se pela mesma ordem em series, que se sobrepõem successivamente alteando nesses pontos cada vez mais o leito do rio. A estas formações fluviaes deu-se o nome de *alluvium* ou *depositos de alluvião*.

208. Classificação dos cursos d'agua: torrentes e rios. As distincções que a linguagem commum tem pretendido accentuar com as palavras *rio*, *riacho*, *ribeiro* ou *ribeira* e outras de signi-

¹ *Études synthétiques de géol. expérim.* Paris, 1879. Pag. 250.

ficação ainda mais restricta carecem de fundamento scientifico, em que possam sustentar-se, visto que não ha differença alguma qualitativa no phenomeno geologico a que se referem, e visto que a Natureza nos offerece todos os graus intermediarios, que se desejarem, entre os cursos d'agua mais extensos, mais volumosos ou mais rapidos e o arroyo ou regato mais insignificante, que possa imaginar-se. Ha contudo uma divisão, em que insistem alguns geologos, mais talvez por uma razão de conveniencia práctica, do que por uma razão logica, que se imponha ao espirito: é a divisão dos cursos d'agua em *torrencias* e *fluviaes* ou em *torrentes* e *rios*.

A palavra *torrente*¹ significa lit. *que se secca*, e serviu porisso para designar os cursos d'agua que se seccam nas epochas de estiagem. Mas como esta qualidade é commum tambem a grande numero de rios de importancia secundaria, recorreu-se para a definição á maior ou menor inclinação média do curso d'agua ou á velocidade média da corrente, dois caracteres que intimamente se relacionam. No Tratado de Geol. de Lapparent diffine-se a *torrente* como *um curso d'agua temporario, em que a agua se concentra após as grandes chuvas, e adquire em razão da sua massa e do declive do alveo uma força viva consideravel*; e o A. accrescenta, *que o comprimento duma torrente nunca passa dalguns quilometros (20 quando muito²), sendo a sua inclinação sempre superior a 0^m.02 por metro e difficilmente superior a 0^m.08*.

Os exemplos de torrentes sam vulgarissimos em todas as regiões mais ou menos accidentadas, mas podemos tambem observá-las em condições particularmente commodas, como indicámos noutro logar (206).

Admittida esta definição de torrente, podemos agora reservar a designação de rio³ a *todo o curso d'agua natural, permanente ou temporario, cuja inclinação média seja inferior a 0^m.02 por metro*. Com uma inclinação superior a 0^m.001 por metro os rios deixam já de ser navegaveis, e com uma inclinação superior a 0^m.002 de-vem reputar-se torrencias.

Assim o Mondego só começa a tornar-se navegavel para barcos de fundo chato nas alturas da Foz-Dão, aonde chega com uma differença de nivel de 1146^m relativamente á origem, que se encontra a pequena distancia para N. W. de Manteigas, na Serra da Estrella.

A parte do alveo comprehendida entre este ponto e a Foz-Dão

¹ Do l. *torrens*, part. pres. de *torreo* p. **tors-e-o*, cf. gr. *têrs-o-mai*, ingl. *thirs-t* = all. *Durs-t*.

² Ha todavia torrentes cujo comprimento excede este limite, como a celebre torrente do Cedron, que corre apenas nas epochas das chuvas no fundo dum extenso barranco entre a cidade de Jerusalem e o monte ou horto das Oliveiras; as suas aguas vam lançar-se no mar Morto, depois dum percurso de mais de 30 chm. através duma região accidentada e immensamente arida.

³ Do l. *rivus*, certamente da mesma origem que o gr. *réo* p. **sreco*,

abrange um comprimento rectificado de 126 chm. com a inclinação média de 0^m.009 por m., a inclinação é sobretudo notavel nos primeiros 20 ou 30 chm., onde o rio tem ainda o caracter duma verdadeira torrente. Os valles do Dão, Alva, Ceira e outros affluentes do Mondego acima de Coimbra, assim como os valleiros e barrancos dependentes destes, sam semelhantemente profundos e com declives muito asperos.

Entre a Foz-Dão e a ponte de Coimbra o alveo tem a inclinação média de 0^m.00088, e daqui até á Figueira da Foz apenas 0^m.00054 por metro ¹.

209. Mares e lagos. Os reservatorios d'aguas superficiaes comprehendem tres typos perfeitamente distinctos na epocha actual, a saber: dois intra-continentaes, que sam os *lagos* e os *mares interiores*, e um extra-continental, que sam os *oceanos*. Estes últimos distinguem-se com effeito de todos os outros mares, não só pela vastidão muitissimo maior das suas bacias, ligadas directamente entre si por largas superficies de comunicação, mas tambem porque a sua profundidade é muito mais consideravel. A profundidade maxima de Mediterraneo (3900^m) representa um valor verdadeiramente excepcional, se a compararmos com a profundidade média do mesmo mar e até com as profundidades maximas da quasi totalidade dos mares interiores.

Mas, se por estas razões e por outras, que resultam do estudo comparativo dos tres typos de reservatorios d'aguas superficiaes, os mares interiores parecem differenciar-se dos mares extra-continentaes, para se approximarem dos verdadeiros lagos; por outro lado, quando consideramos as suas relações geographicas e a sua historia natural, reconhecemos tambem que elles se podem considerar como uma dependencia dos oceanos, aos quaes se ligam pelos estreitos, assim como as peninsulas se ligam aos continentes pelos isthmos.

Além disto, assim como a destruição dum isthmo dá em resultado a conversão immediata da península em ilha, assim tambem a destruição do estreito, que ligava um mar interior a outro ou a um oceano, dá em resultado immediato a conversão do mar interior num verdadeiro lago. E ha com effeito alguns lagos, que não tiveram outra origem, como o Aral e o Caspio, que habitual mas incorrectamente se descrevem como mares interiores, os lagos Wener e Wetter (Suecia), e tantos outros.

¹ Para mais amplas informações acerca deste rio, o mais consideravel de todos os que nascem em Portugal, veja-se a memoria já citada de Adolpho Loureiro e as seguintes do mesmo A.: *Memoria sobre o melhoramento do Mondego entre Coimbra e Foz-Dão* — Lisboa, 1880; e *Memoria sobre o porto e a barra da Figueira* — Lisboa, 1882.

210. Efeitos dos lagos e mares interiores. Os lagos encontram-se algumas vezes alinhados em series e fazendo parte das bacias hydrographicas de certos rios, como succede no Mackensie e no S. Lourenço, os dois grandes rios mais septentrionaes da America do Norte. Neste caso exercem sobre os rios o importante papel de reguladores da corrente, evitando ao mesmo tempo os inconvenientes das cheias e os das estiagens.

211. Quando um curso d'agua penetra num lago, o seu movimento tende a transmittir-se a todas as moleculas da massa liquida, com que se encontra em contacto, resultando dahi necessariamente uma deminuição muito rapida da velocidade que trazia, e portanto o depósito de materiaes, que essa velocidade mantinha em suspensão.

Isto observa-se principalmente a respeito das torrentes propriamente ditas ou dos rios de caracter torrencial. Neste caso os calhaus rolados, o cascalho e a areia mais grossa depositam-se successivamente logo á entrada do lago formando estratos curtos e inclinados, cobertos por uma camada horizontal de calhaus rolados. Com a diffusão lateral, que experimenta o movimento da corrente, os depósitos assim formados expandem-se mais ou menos para o interior assemelhando-se até certo ponto a um Δ , o que lhes valeu o nome de *deltas lacustres* (193).

Os detritos mais tenues conservam-se por mais tempo em suspensão no trajecto da corrente, communicando-lhe uma turvação, que a vista facilmente distingue da geral limpidez das aguas tranquilladas do lago; até que enfim vêm a depositar-se pouco a pouco em estratos perfeitamente horizontaes.

212. Depósitos chymicos dos lagos; jazigos de sal. A natureza chymica das aguas dos lagos depende menos do modo como estes se originaram, do que da circumstancia de existir ou não existir um canal sufficientemente amplo, para se esgotar o liquido que os cursos d'agua tributarios transportam a cada momento.

Se existe esse canal de esgoto, embora o lago tivesse resultado do represamento duma certa quantidade de agua do mar, em virtude duma causa geologica qualquer, que lhe obstruisse em parte a antiga communicação com a bacia maritima a que pertencia, o escoamento continuo da agua propria do lago e a sua substituição pela agua doce recebida dos affluentes, tenderá necessariamente para a sua renovação completa, e portanto para tornar doce a totalidade da agua.

Outro tanto não aconteceria, se o lago fôsse privado de escoadouro, ou se este fôsse insufficiente. Então ficaria de anno para anno um residuo d'agua, que nunca se renovaria, e, como por outro lado a evaporação continua, que se dá á superficie, é uma causa tambem continua da concentração das substancias que vinham dissolvidas nas aguas das correntes tributárias (202), o excesso destas substancias ir-se-ha accumulando cada vez mais, e tenderá

portanto a communicar á agua do lago um sabor particular. Passado um numero sufficiente de annos ou de seculos, estes lagos, se não eram primitivamente salgados, adquirem gradualmente esta qualidade.

Entre as substancias dissolvidas predomina quasi sempre o NaCl, que é um elemento constante em todas as aguas terrestres, mesmo nas que se nos affiguram mais finas ao paladar. Como é um dos saes mais soluveis e mais extensivamente representados na Natureza, é tambem aquelle que as aguas conservam com mais facilidade em dissolução. É claro todavia, que a salegem dos lagos em caso nenhum poderia ser perfeitamente identica á dos mares. Embora predomine como nestes o Na Cl, apparecem conjunctamente outros compostos salinos, que ou não existem na agua do mar (198 c) ou existem em proporção differente, v. g.: Na_2SO_4 , Na_2CO_3 , $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$ (borax), etc.

Se as aguas dos affluentes fôsem ao mesmo tempo calcareas, ainda que muito pouco, o Na_2SO_4 dissolvido, reagindo sobre o CaCO_3 tambem dissolvido (203), daria logar á formação duma quantidade equivalente de CaSO_4 ,



Estes saes terminam no fim dalgum tempo por se depositarem no fundo e nas margens dos lagos, onde podem chegar a formar camadas crystallinas muito extensas e muito espessas. O phenomeno é identico ao que se passa nas salinas da beira-mar, e observa-se nas bacias de muitos lagos salgados, como o lago Elton (Russia), o lago Asphaltite (vulgarmente conhecido por mar Morto), o grande lago Salgado da America septentrional, etc.

Não resta hoje dúvida de que foi por este processo que se formáram os jazigos de sal gemma, que se encontram interpostos entre os estratos sedimentares de todas as edades.

213. Acção dos mares sobre as costas; erosão maritima.

As moleculas superficiaes dos grandes depósitos d'agua, agitadas constantemente pelo embate dos ventos, e desviadas porisso das suas posições de equilibrio estavel, tendem naturalmente a readquiri-las por meio duma serie de movimentos verticaes de vae-vem, que se propagam a distancia em ondas successivas, até encontrarem a terra firme. Se a corrente aerea se accentua, a grandeza da ondulação accentua-se do mesmo modo, a amplitude do movimento vertical augmenta, e a superficie do liquido toma a fórma de linhas de collinas parecendo precipitar-se umas após outras. Entretanto o movimento real das moleculas é simplesmente o de vae-vem, todas as vezes que a força impulsiva não ultrapassar um certo limite de intensidade e a massa d'agua fór sufficientemente profunda, para que a oscillação possa realizar-se livremente. Mas, se o vento fór demasiadamente forte ou a profundidade da bacia de-

minuir, em virtude da aproximação da terra firme ou pelo encontro dum obstaculo qualquer, o equilibrio dynamico interrompe-se, a onda adelgaça-se na parte superior e forma-se ahi uma especie de linha de ruptura, donde a agua se despenha á maneira de cascata no mesmo sentido em que o movimento se propaga.

No instante em que isto se dá a onda immediatamente mais proxima do lado da costa attingiu já o seu ponto maximo de elevação, e acha-se portanto em via de decrescimento. Ora, como o impulso da agua, que sobre ella se despenha, tende a transmittir-lhe uma velocidade no mesmo sentido daquella de que vae animada, o movimento oscillatorio tenderá a acelerar-se, ao mesmo tempo que a elevação gradual da margem dará logar á repetição do phenomeno da ruptura em todas as outras ondas, que se seguem até ao encontro definitivo da terra firme.

Quando o vento sopra com uma certa intensidade, estas successivas quedas d'agua representam uma energia mechanica enorme, e sam acompanhadas dum ruido atroador. A agua apodera-se das areias, cascalhos e outros fragmentos, que encontra no fundo, revolve-os, e isto contribue ainda mais para lhe exaggerar o poder mechanico, por um processo semelhante ao que descrevemos a proposito da acção mechanica das correntes aereas (200) e das correntes dos rios (206).

Nas costas limitadas por penedos alcantilados (*falesias*) as ondas alcançam a terra com um volume d'agua mais consideravel, e por conseguinte com uma energia maior do que nas praias em declive doce; arremçam-se com violencia contra a massa rochosa minando-a rapidamente na base, abalando-a e formando grutas, cujas paredes tendem a adelgaçar-se, preparando o desmoronamento de todo o terreno suprajacente. A margem recúa então gradualmente (fig. 87) para o interior da parte continental.

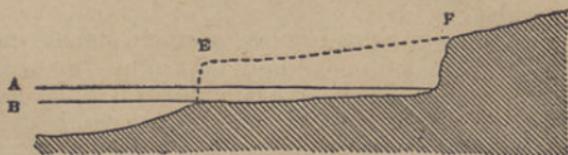


Fig. 87. Eschema representando o recuo das *falesias* pelo embate das ondas. A nível da preiamar; B nível da baixamar; E situação anterior da *falesia*; F situação actual.

As rochas calcareas e margosas prestam-se admiravelmente a esta acção demolidora das ondas, como pode verificar-se em diferentes pontos da nossa costa maritima. De distancias em distancias observam-se fendas muito consideraveis, que vam alargando na

parte superior, de modo que as rochas pendem cada vez mais sobre o mar, até ao momento de desabarem.

214. Marés. Além do movimento ondulatorio de que temos fallado até aqui, as aguas do mar obedecem a outro movimento periodico muito notavel produzido pela acção combinada das attracções lunar e solar, especialmente pela attracção lunar. Este movimento é conhecido pela designação de *phenomeno das marés*.

Uma *maré* é propriamente a parte do movimento comprehendida entre dois maximos consecutivos de elevação (*preiamar*) ou de depressão (*baixamar*) da superficie das aguas. A phase da preiamar chama-se egualmente *maré cheia*, e á da baixamar *maré vazia*. As passagens da baixamar á preiamar e da preiamar á baixamar denominam-se respectivamente *fluxo* ou *enchente* e *refluxo* ou *vazante*.

As marés sam um phenomeno quasi exclusivo dos oceanos, e nestes os seus effeitos sam muito mais intensos em certos pontos proximos das costas do que nos pontos situados mais ao largo. Assim, enquanto a *amplitude das marés*, isto é, a differença entre a preiamar e a baixamar tem em média o valor de 1^m em pleno oceano, eleva-se a 17^m na bahia de Fundy (Canadá) e em Santa Cruz, no estreito de Magalhães; na Figueira da Foz o valor médio, determinado pela commissão das obras do porto, é de 2^m.617 nas epochas de *aguas vivas* e 1^m.396 nas de *aguas mortas*¹.

Estes valores, bem como a hora das preiamares e das baixamares, variam dentro de certos limites com o sentido e intensidade dos ventos, que sopram na occasião. Reciprocamente não é raro sentirem-se nalguns rios brisas periodicas concordantes com a enchente e com a vazante, como por exemplo se observa no rio Guadiana. A conjuncção dos dois phenomenos faz com que o nivel da preiamar suba muito mais do que subiria simplesmente com a acção attractiva, que dá logar ao movimento rithmico das marés.

Para comprehender o modo geral como se verifica o phenomeno das marés, podemos imaginar sobre a superficie do mar duas grandes protuberancias ou ondas liquidas em posições diametralmente oppostas, realizando a volta completa do globo no sentido de oriente para occidente em 24^h 50^m, que é o tempo necessario para a Lua passar duas vezes consecutivas pela mesma metade do meridiano. É realmente um deslocamento lateral da agua, e não um movimento oscillatorio, como o das ondas produzidas pelo vento; donde resulta que durante a enchente o mar transporta do largo para a costa os corpos solidos que contém em suspensão, e durante a vazante, pelo contrario, sam estes corpos transportados da costa para o largo.

¹ Chama-se assim respectivamente ás epochas das maiores e das menores marés do anno.

215. Correntes. As grandes correntes oceanicas, a que já noutro lugar (47) nos referimos, exercem apenas deminuta acção geologica sobre os continentes. Achando-se affastadas das costas durante quasi todo o seu percurso, só em casos muito restrictos é que podem servir de meio de transporte aos materiaes solidos arrastados pela corrente dos rios ou desaggregados pelo embate das ondas. Em compensação servem ordinariamente de vehiculo a grandes quantidades de algas marinhas, e com ellas a várias especies de bryozoarios, crustaceos, peixes e outros animaes, que alli vivem em colonia. Esta massa accumula-se principalmente do lado interno do circuito da corrente, onde a velocidade é menor do que no lado externo, e contribue para se formarem os conhecidos *mares de çargassos*.

As correntes frias, que descem das regiões polares para as regiões temperadas, transportam habitualmente enormes moles de gelos fluctuantes, sobre os quaes se encontram ás vezes pedaços de rochas das terras circunpolares e consideraveis quantidades de fragmentos menores, cascalhos e areias, que se vao pouco a pouco precipitando no fundo do mar, á medida que a elevação da temperatura vae produzindo a fusão do gelo.

216. Sedimentação marítima. Vimos como a energia mecnica das ondas actúa incessantemente sobre as falesias (213) produzindo fracturas e desmoronamentos successivos da parte aerea do rochedo. Os destroços de maiores dimensões conservam-se temporariamente junto da base da escarpa, onde caem, e desempenham ahi um papel protector, que a engenharia hydraulica procura imitar na construcção dos *quebra-mares*; mas os choques repetidos a que ficam expostos reduzem-nos á condição dos fragmentos menores, que as aguas rolam e desgastam, convertendo-os gradualmente em calhaus de várias dimensões, areias cada vez mais finas e uma parte pulverulenta ou lodosa, que é a final o producto mais abundante, como na citada experiencia (207) de Daubrée.

Estes diferentes materiaes detriticos e os que os rios transportam através das suas embocaduras constituem a materia prima da sedimentação marinha. A ordem de deposição é a mesma que nos rios, e está em harmonia com a experiencia citada no § 198 b; na zona mais proxima da costa, onde as aguas conservam em geral a sua velocidade maxima de translação, começam por se depositar os fragmentos mais volumosos e pesados, e depois destes seguidamente os cascalhos, areias e materiaes lodosos. O todo fórma em volta das costas uma faixa, cuja largura raras vezes passa além de 300 quilometros. Nas partes mais centraes das bacias oceanicas não se depositam sedimentos propriamente ditos, o que não quer dizer que não haja ahi tambem terrenos em via de formação; mas a origem destes deve-se principalmente á accumulção de restos de plantas ou de animaes, pela maior parte microscopicos, como diatomaceas, foraminiferos, etc., envolvendo numa ou noutra parte

conchas de molluscos e outros restos de organismos mais complicados.

217. As correntes locais, que se observam com frequencia junto das costas, tendem a arrastar na sua direcção os detritos que ahí andam suspensos nas aguas, e depositam-nos pouco a pouco por ordem decrescente do volume e da densidade. Quando o seu trajecto intercepta o curso dalgum rio, o encontro das duas velocidades dá em resultado a deposição de parte dos materiaes que ahí chegaram em suspensão, e portanto o depósito dum restinga através da embocadura do rio: é o que se designa commummente pelo nome de *barra*. O porto não é outra coisa senão o local em que a restinga permite uma passagem mais franca tanto á saída da corrente do rio e ao movimento alternado das marés, como ao serviço de entrada e saída das embarcações; mas por extensão applica-se ainda o mesmo nome a toda a região vizinha do rio, onde as embarcações estacionam habitualmente.

O obstaculo que a barra offerece á corrente descendente do rio faz com que as aguas refluem em parte, escavando e alargando a zona inferior do alveo. Com o movimento das marés as aguas conservam aqui constantemente uma agitação maior do que nos outros pontos do rio, resultando talvez deste facto a sua denominação de *esteiro*¹. O Tejo offerece-nos um exemplo magnifico do phenomeno, mas possuimos ainda outros esteiros importantes para o trato maritimo, como os dos rios Minho, Mondego, Sado e Guadiana.

Quando a corrente costeira não existe ou é muito fraca, o que se observa principalmente nas localidades em que as marés se fazem sentir com pequena intensidade ou faltam absolutamente, a corrente do rio, ao sair da embocadura, encontra-se com a grande massa da agua salgada, e diffunde-se nella livremente em todas as direcções. O resultado é que a velocidade diminue na area em que a diffusão se realiza, e por conseguinte o depositarem-se ahí os detritos que andavam em suspensão na agua do mar e juntamente os que vinham suspensos na corrente do rio. O depósito é conhecido com o nome de *delta*, por causa da sua configuração geral triangular (como o delta maiusculo do alfabeto grego), com um dos vertices voltado para terra e a base opposta voltada para o mar. Citam-se como exemplos classicos os deltas do Nilo, Ganges, Danubio, Rhodano, Mississippi, etc.

218. Agua no estado solido; glaciares. A agua solida que se encontra á superficie do globo pode resultar — já da congelação das aguas telluricas nos intersticios das rochas, nos rios, nos lagos

¹ Do l. *œstuarium* (cf. *œstus*: calor, ebullicão; e daí agitação do mar, maré).

e no mar, — já da agua que se precipita da atmosphaera no estado crystallino (neve e granizo)¹.

A congelação da agua nos intersticios das rochas é um agente poderosissimo de desintegração, que vem addicionar os seus effeitos aos das oscillações de temperatura (200). Comprehende-se isto facilmente notando que o volume da agua no instante de congelar augmenta $\frac{1}{11}$ do volume que tinha no estado liquido, ao mesmo tempo que a densidade desce de 1 a 0.917.

Durante o inverno os rios e os lagos das altas latitudes cobrem-se duma camada de gelo compacto, que augmenta pouco a pouco de espessura, e chega a tornar-se capaz de supportar cargas enormes. O ponto de congelação da agua do mar é um tanto inferior ao das aguas continentaes, em virtude do sal que ellas contêm em dissolução, mas logo que a temperatura desça abaixo de -2° a $-2^{\circ}.8$ C., a congelação dá-se, e progride da mesma fórma. A superficie do mar toma então o aspecto de extensos *campos de gelo* (*ice-fields*), interrompidos aqui e acolá por fendas de todas as dimensões, e ericados de cabeços como os que se observam na terra firme. Ao approximar-se o fim do inverno estes campos começam a dividir-se em *ilhas de gelo* (*ice-floes*) independentes umas das outras ou em grupos, a que os marinheiros ingleses deram o nome de *ice-packs* ou *packs of ice*.

219. Nas localidades onde sam mais ou menos communs as quedas de neve os rapazes tomam punhados deste material e, comprimindo-o, formam bolas, com que se divertem fazendo-as rolar pelo chão ou empregando-as em edificações de phantasia, como castellos, torres, etc. A natureza realiza nos terrenos montanhosos um phenomeno semelhante. Os crystaes ou floccos de neve, accumulando-se uns sobre os outros no mesmo local, comprimem-se reciprocamente em virtude do seu peso, e agglutinam-se, como na brincadeira dos rapazes, para se formarem esses perigosos *aludes*² (= fr. *avalanches*), que se precipitam pela encosta da montanha

¹ Não se deve confundir o granizo com a saraiva. O primeiro consiste em grãosinhos d'agua congelada, constituidos por agulhas pequenissimas entrelaçadas umas nas outras; a saraiva é formada de grãos mais ou menos volumosos de gelo compacto. As condições da queda sam tambem inteiramente diversas; o granizo cae em condições analogas ás da neve, quando a atmosphaera não é sufficientemente tranquillada para a formação dos crystaes; a saraiva é um meteoro geralmente precursor de tempestades, e precipita-se em condições de temperatura incompativeis com a queda da neve ou do granizo.

² Nas regiões montanhosas da Hespanha este phenomeno é designado pela palavra *alud*, de emprego hoje corrente na litteratura scientifica, donde a transcrevemos, por nos parecer mais conforme com a indole da nossa lingua do que o fr. *avalanche*. A palavra é de origem arabe, e decompõe-se no artigo *al* e na raiz *ud*, que significa precipitar-se ou cair pesadamente. Em ital. diz-se *valanga* e em all. *Lawine*.

arrastando com a sua massa grandes pedragulhos, lascas de rochedo e tudo quanto se lhes depara na passagem; até que a final, quando a temperatura excede o limite de 0°, a fusão da neve torna-se inevitável, e a agua passa a incorporar-se em qualquer torrente ou ribeira vizinha, ao mesmo tempo que os materiaes solidos se depositam pela maior parte.

Quando o clima é de tal maneira frio e nivoso, que o calor da primavera e estio não seja sufficiente para fundir na sua totalidade a neve accumulada durante o outomno e inverno, o solo conserva-se permanentemente coberto de neve. A altitude minima em que isto se dá é o *limite das neves perpétuas*; varia, termo médio, entre 5 ou 6000^m (equador) e 0^m (Spitzberg e Georgia Meridional) acima do nivel do mar, conforme a latitude e as outras condições climatericas.

Se as montanhas sam sufficientemente elevadas para ultrapassarem este limite, e reúnem além disso as condições convenientes para conservarem nos seus cimos grandes quantidades de neve, o descenso opera-se, não por *aludes* ou massas independentes, mas em massa continua seguindo o declive das gargantas e as reintrancias dos valles. Os elementos crystallinos, de que a neve se compõe, obliteram-se pela acção do calor solar, que tende a fundi-los, e transformam-se assim em granulos arredondados formando no seu conjuncto uma especie de pó branco, a que se dá o nome de *nevado*¹; depois este pó agglomera-se gradualmente com a pressão, e passa a constituir uma massa granulosa cada vez mais compacta (gelo), com um aspecto semelhante ao do vidro. O conjuncto destas differentes partes constitue um *glaciar*².

O *glaciar* começa pois na sua parte mais elevada por uma especie de reservatorio ou *bacia de recepção*, onde as neves se accumulam; dahi por deante assemelha-se a uma extensa lingua de gelo seguindo o leito inclinado duma garganta ou dum valle, como se fosse um rio gelado. A alimentação faz-se pela neve da bacia de recepção, que se converte successivamente em nevado e em gelo propriamente dito. A extremidade mais baixa, quando a temperatura local é superior a 0°, acha-se continuamente em via de fusão e serve de fonte a uma torrente, rio ou ribeira.

220. Quando o curso dum *glaciar* se encontra com as aguas dum lago ou do mar, a extremidade inferior, faltando-lhe o apoio do terreno, quebra-se em grandes pedaços, que fluctuam á superficie do liquido em virtude da sua menor densidade. A parte que emerge é ainda de dimensões tam colossaes, que apresenta o aspecto de verdadeiras montanhas de gelo, donde a designação de

¹ Do fr. *nevé* = all. *Firn*.

² Do l. *glacies*, gelo. Cf. hesp. *glaciar*, fr. *glacier*. O suf. *ar* indica reunião ou congerie, como em *pomar* e *linhar* (= *linhal*) e na antiga palavra *olivar* (= mod. *olival*).

*ice-bergs*¹, pela qual sam conhecidas. O seu encontro, assim como o das *ilhas de gelo* (*ice-floes* e *ice-paks*) (218), constituem um perigo seriíssimo, que ameaça a cada momento os navegantes que se aventuram ás altas latitudes.

221. Acção mechanica dos glaciares. Os glaciares transportam sobre a sua superficie uma grande quantidade de fragmentos de todas as dimensões possiveis destacados das rochas marginaes por effeito das variações de temperatura, dos agentes atmosphericos (200) e da humidade que ahi se congela durante a noite (218). A maior quantidade encontra-se principalmente ao longo das margens, formando dois grossos renques de pedras (fig. 88),

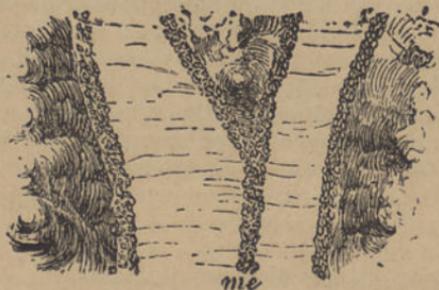


Fig. 88. Eschema mostrando a formação duma *moreia média* pela reunião de duas *moreias lateraes* convergentes.

a que se dá o nome de *moreias*² *lateraes*. Além destas observam-se também *moreias médias* a jusante dos pontos em que ao glaciær vieram affluir outros glaciares; cada *moreia média* *me* resulta da reunião de duas *moreias*, que até então occupavam posições *lateraes*. Finalmente na extremidade inferior do glaciær a fusão do gelo dá logar ao depósito de todos os materiaes solidos que tinham sido transportados até ahi, e portanto a uma nova accumulção de fragmentos, cujo conjuncto constitue uma *moreia frontal* ou *terminal*.

O gelo é um corpo demasiadamente rígido e fragil, para poder adaptar-se ás irregularidades do leito do glaciær, como o faria um corpo plastico; daqui a formação de multiplices fendas, que ora se dilatam, ora tornam a fechar-se e a consolidar-se, conforme o permitem as variações que a pressão experimenta em cada ponto.

¹ *Ice-berg* significa litteralmente *monte de gelo*,

² Do fr. *moraines*, hesp. *morainas*.

Deste modo alguns dos fragmentos rochosos, que se achavam na superfície do glaciár, caem por estas fendas e ficam envolvidos pela massa de gelo, ou chegam mesmo á superfície de contacto com a rocha do leito. Com o movimento de progressão as partes externas desses fragmentos arrastam pelo fundo e lados do canal, exercendo-se assim um desgaste mútuo, que tende a alisar, polir e ás vezes sulcar ou simplesmente riscar as superfícies entre as quaes a fricção se executa.

222. Deslocamentos da extremidade terminal. A posição da extremidade inferior do glaciár, posto que intimamente relacionada com o limite local das neves perpétuas, fica sempre situada mais abaixo do que este limite; mas está sujeita a deslocar-se ora para cima ora para baixo, conforme o volume de neve accumulada na bacia de recepção e a maior ou menor quantidade de calor annual. Quando escasseiam as quedas de neve, ou se eleva a temperatura média do estio, a frente do glaciár eleva-se tambem, e deixa a descoberto uma superfície rochosa accidentada, mas lisa e polida, com as suas saliencias arredondadas, fazendo lembrar, quando se contempla a distancia, os dorsos dum grande rebanho de carneiros. Por este motivo os pastores dos alpes chamáram a taes accidentes *roches moutonnées*, que nós podemos traduzir por *penedos aborregados*.

223. Vestígios antigos d'acções glaciarias. A observação geologica mostra, que numa epocha relativamente proxima da actual os phenomenos glaciarios tomáram um incremento extraordinario no hemispherio Norte, não sòmente nos payses em que ainda hoje se observam, mas em muitos outros payses situados em latitudes mais baixas e a altitudes inferiores. O facto confirma-se pela existencia de penedos aborregados e rochas polidas, sulcadas e estriadas, tanto *in situ* como em fragmentos soltos de todas as dimensões, e em muitos casos pela existencia de grandes moles rochosas, a que se tem dado o nome de *penhascos erraticos* (fr. *blocs erratiques*), e que outra coisa não sam senão restos d'antigas moreias. Estes penhascos fóram arrancados a massas rochosas situadas ás vezes a muitos quilometros de distancia, e o seu volume é tal, que põe inteiramente fóra da discussão a hypothese dum transporte por meio de correntes líquidas. Em Hespanha está averiguada a existencia de vestígios d'acção glaciaria em differentes pontos da península, e é summamente provavel que os mesmos phenomenos tivessem tambem representado um papel importante nas principaes serras do nosso pays, principalmente sabendo-se pelas descobertas de Fred. de Vasconcellos¹ a extensão que elles occupáram na Serra da Estrella.

¹ *Traces d'actions glaciaires dans la Serra d'Estrella. Roches striées,*

224. Analogias e diferenças entre as acções fluvial e glaciária. Podem referir-se: a) ao leito; b) aos materiaes transportados; c) aos depósitos formados.

a) Tanto os rios como os glaciares exercem uma acção erosiva sobre o seu leito, mas enquanto nos primeiros esta acção não se manifesta senão na parte superior do seu curso, ou em geral nos pontos em que as aguas vam animadas de sufficiente velocidade, nos segundos a acção estende-se a todo o trajecto percorrido, como succede nas torrentes propriamente ditas. Além disso as rochas do leito dos glaciares sam muito mais fortemente desgastadas do que as dos rios e torrentes, e adquirem fórmas arredondadas, lisas, frequentemente sulcadas ou estriadas.

b) Os detritos arrastados pelas aguas correntes rolam sobre si mesmos durante o transporte, e porisso arredondam-se cada vez mais, por effeito do desgaste que soffrem as suas arestas e angulos salientes; ao passo que os detritos dos glaciares, mantendo-se em posições mais ou menos fixas, ou não se desgastam, ou desgastam-se apenas dum lado, onde a sua superficie adquire os mesmos caracteres que as rochas fixas do leito. Quanto ao volume e peso dos fragmentos os glaciares dispõem dum poder mechanico de transporte incomparavelmente superior ao das torrentes mais impetuosas.

c) Os materiaes solidos transportados pelas correntes dos rios depositam-se sempre na posição em que o seu equilibrio é mais estavel, e distribuem-se por ordem decrescente de peso e de volume em estratos sobrepostos limitados por superficies tanto mais proximas da horizontal, quanto maior for a tranquillidade das aguas no local do depósito. Os detritos dos glaciares depositam-se confusamente e, em vez de estratos sobrepostos, formam montes alinhados segundo a direcção do movimento (moreias lateraes e médias), ou em barreirras transversaes (moreias frontaes ou terminaes).

225. Aguas subterraneas. As aguas que se precipitam da atmosphaera no estado liquido e as que resultam da fusão das neves e do gelo dividem-se naturalmente em duas partes, que seguem destinos diversos: uma que se conserva na superficie externa do globo, e outra que se infiltra pelos poros e fendas das rochas (202). A maior parte das vezes, depois dum percurso subterraneo pequeno em profundidade, embora longo no seu desenvolvimento linear, as aguas tornam a apparecer na superficie terrestre abrindo passagem pelos intersticios das fendas ou das falhas (188) ou por entre a superficie de separação de dois estratos de natureza differente. É assim que se originam a quasi totalidade das nascentes. A tempe-

ratura da agua e a qualidade e quantidade das substancias dissolvidas dependem da maior ou menor profundidade (26) a que chegou a infiltração, e da natureza das rochas com que a agua esteve em contacto.

Se a uma certa profundidade existir um leito impermeavel, d'argilla por exemplo, formando bacia, e a parte superior do terreno for constituída por estratos permeaveis, as aguas, encontrando na argilla um obstaculo á sua infiltração, accumulam-se na parte inferior dos estratos permeaveis, saturam-nos e vam-se approximando cada vez mais da superficie livre. As vezes debaixo dum solo arido existem depósitos aquiferos abundantissimos formados desta maneira. Para os aproveitarmos, não temos mais do que

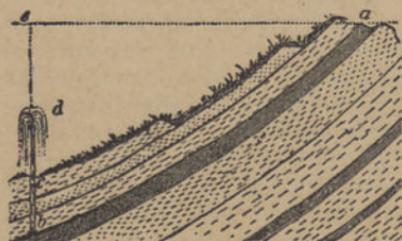


Fig. 89. Córte dum poço artesiano: *ab* camada impermeavel inferior; *bc* poço, aberto pela sonda; *cd* repuxo, cuja altura nunca pode attingir o nivel *e* da parte superior da bacia, em virtude das resistencias que o ar e as paredes do poço oppõem ao fluxo do liquido.

parte central do terreno, a perfuração desta dará logar a uma fonte de repuxo, cuja altura de jacto depende do nivel mais baixo a que emerge o estrato permeavel. Os franceses deram a estas fontes (fig. 89) o nome de *fontaines artésiennes* ou *puits artésiens*, da antiga provincia d'Artois, onde sam conhecidos ha alguns seculos.

abrir um poço, até se encontrar a parte superior do estrato argiloso; a agua transsuda para ahi, e em virtude da lei do equilibrio dos liquidos em vasos communicantes toma no poço um nivel igual ao que occupa no terreno adjacente.

226. Quando um estrato permeavel se acha intercalado entre dois estratos impermeaveis, ambos deprimidos em forma de bacia e de modo, que os seus bordos fiquem mais elevados do que a

III. Acção dos seres organizados

227. Generalidades. Tanto as plantas como os animaes representam um papel altamente importante na história do globo. Os sedimentos que se depositam no seio das aguas envolvem entre os seus elementos rochosos os restos dos seres organizados, que ahi viviam ou para ahi foram arrastados pelas enchurradas e pelas correntes dos rios. Alguns destes restos decompõem-se antes da materia mineral se consolidar em volta delles, e desaparecem

portanto sem deixarem vestigio perduravel da sua fórma nem da sua existencia; noutros porém, cujos tecidos sam mais resistentes e cuja decomposição é mais lenta, a fórma pode persistir depois da destruição completa da materia organica, já por um simples processo de moldagem, já pelos outros processos que a Natureza emprega na formação das pseudomorphoses dos corpos inorganicos (114). A conservação torna-se ainda mais facil nas peças esqueleticas, cujos tecidos têm a sua trama impregnada de silica ou de saes calcareos; decomposta a substancia organica logo em seguida á morte da planta ou do animal, a parte inorganica persiste, e com ella a fórma e a textura do orgão. É a estas duas categorias que pertence a grande maioria dos fósseis (186), que a paleontologia nos descreve, e com os quaes se propõe reconstituir toda a história dos seres organizados, que antecederam a epocha actual.

É extremamente variavel a quantidade de fósseis que pode encontrar-se num dado estrato geologico; entre os dois casos extremos, em que não se encontra vestigio algum de seres organizados, e em que os restos organicos constituem a totalidade ou quasi totalidade da massa do terreno, existem todos os graus intermeditarios.

Entre os vegetaes, aquellos que em mais larga escala têm contribuido para a formação de massas rochosas pertencem ás classes das algas e dos musgos, a primeira no sub-reino das thallophytas e a segunda no das muscineas; entre os animaes o principal papel é representado pela classe dos rhizópodes no sub-reino dos protozoarios, e pela dos coralliarios no sub-reino dos celenterados.

228. Algas. As mais notaveis debaixo do ponto de vista geologico pertencem á familia das *diatomaceas*, ordem das *pheophyceas*¹. As diatomaceas sam plantas cellulares, que vivem nas aguas doces, salóbras ou salgadas, e tambem na terra humida, formando sobre o solo uma especie de vasa gelatinosa, pardacenta. Sam de tal modo frequentes, que a sua presença é quasi certa em toda a parte onde houver uma pouca d'agua corrente ou estagnada, tepida ou fria. A maior parte das especies sam de dimensões deminutissimas, podendo existir muitos milhares ou milhões de individuos no espaço dum millimetro cubico.

O mais curioso da sua organização é o esqueleto silicioso, que as protege, e que ellas segregam do meio em que vivem; é uma especie de concha bivalve delicadamente ornamentada. A accumulção dos restos destes pequenissimos seres pode chegar a formar depósitos importantes no fundo dos mares, dos lagos e dos esteiros. Estas massas pulverizadas sam conhecidas no commercio com o nome de *tripoli*, e têm grande consumo como pó de polir. Sam

¹ *Phaiós*, pardo, baio, e *phycos*, alga, fuco.

além disso empregadas em mistura com a nitroglycerina no fabrico da dynamite.

229. Musgos. Têm também uma grande importancia geologica, especialmente os do gen. *Sphagnum*, onde se acham comprehendidas as plantas cujos restos mais ou menos alterados formam a parte fundamental da turfa (178). Estas plantas vivem habitualmente na agua ou nos logares humidos, como as planícies baixas e pantanosas, o fundo de certos valles ou as anfractuosidades das encostas de certas montanhas. Os logares em que vivem têm o nome de *turfeiras*, do nome do carvão que ahi se produz. A vegetação desenvolve-se apenas durante a primavera e estio; com os frios do inverno as plantas murcham e acamam sobre o solo, onde começam desde logo a decompór-se perdendo gradualmente os principios volateis, até que se convertem definitivamente numa massa carbonosa. No anno seguinte nova camada de vegetação se desenvolve sobre os restos já semi-carbonizados da anterior, e assim successivamente, enquanto as condições locais não variarem. É por este processo que nós vemos formarem-se as turfeiras nos payses que a isso se prestam pela sua humidade e pela sua baixa temperatura hibernal, e é provavelmente assim que se formáram esses vastos jazigos de turfa, que nalguns payses se exploram desde tempos immemoriaes.

230. Rhizopodes. Sam protozoarios destituídos de bocca e sem membrana envolvente exterior. O corpo é constituido por uma pequenina massa protoplasmica, que tem a propriedade de emittir prolongamentos retracteis (*pseudópodos*), de que o animal se serve á maneira de orgãos de prehensão e de locomoção; e em geral segregam uma especie de esqueleto calcareo ou silicioso. É a classe mais simples do reino animal. A maior parte sam organismos marinhos, e contribuem com os seus tenuíssimos esqueletos para a formação duma especie de vasa que, solidificando, pode dar logar a estratos muito extensos e duma espessura consideravel.

As ordens que ao geologo mais importa conhecer sam : 1) a dos *foraminiferos*, com esqueletos calcareos em fórma de conchas, divididas em camarões e com as paredes cheias de perfurações (*foramina*), por onde passam os pseudópodos; e 2) a dos *radiolarios*, as mais das vezes com um esqueleto silicioso de fórma radial.

231. Coralliarios. Assim chamados, por estarem comprehendidos nesta classe os animaes corallígenos, isto é, os que produzem o coral; pertencem ao sub-reino dos celenterados, que antigamente formavam uma só classe com o nome de *pólypos*¹, attendendo aos numerosos tentaculos, que rodeiam a bocca do animal.

¹ De *polys*, muito e *pous*, pé.

O typo da classe actual acha-se perfeitamente representado nas *anemonas do mar*, que fazem as delicias dos amadores de aquarios, e se encontram com abundancia nalguns pontos da nossa costa maritima. Os animaes coralligenos não differem essencialmente das anemonas, senão em segregarem um esqueleto calcareo, cuja fórma e estructura podem variar ao infinito. O todo divide-se em tres ordens: *rugosos* ou *tetracorallia*, *alcyonarios* ou *octocorallia* e *zoantharios* ou *hexacorallia*. Os primeiros conhecem-se apenas no estado fossil, e pertencem todos aos terrenos paleozoicos; os segundos comprehendem entre outros typos o coral vermelho do Mediterraneo (*Corallium rubrum* Lam.), de que se fabricam variadissimos objectos de ornato; os terceiros comprehendem tambem um grande numero de typos, entre os quaes podemos citar as *anemonas do mar* (sem esqueleto), o *coral preto do Mediterraneo* (com esqueleto corneo) e os *madreporarios* (com esqueleto calcareo). Alguns destes últimos accumulam-se em colonias de tal modo numerosas, que os seus esqueletos, solidamente ligados entre si, chegam a formar bancos e recifes extremamente perigosos para a navegação.

As condições convenientes para o desenvolvimento destes coraes podem reduzir-se a duas, a saber: 1.º uma temperatura não inferior a 20º C.; 2.º aguas perfeitamente livres de impurezas e constantemente em movimento. No Oceano Pacifico existe uma extensa zona de recifes e ilhas de coral desde o Archipelago das Carolinas até ao das Ilhas Baixas (*Low Archipelago*), e no Mar das Indias outra tambem consideravel entre o Indústão e Madagascar; ambas situadas na zona torrida e no tracto de correntes oceanicas.

EFFECTOS SYNTHETICOS DOS PHENOMENOS EXTERNOS

232. Os agentes que tendem a modificar a crusta do globo no sentido centripeto, isto é, da periphèria para o interior, concorrem em geral uns com os outros, para produzirem duas categorias de effectos em sentidos diametralmente oppostos, uns destruidores ou demolidores, e outros edificadores. Aos primeiros pertencem: a *degradação*, a *ablação*, a *erosão*, a *detrição* e a *denudação*; aos segundos a accumulacão de detritos ou restos de rochas e de organismos em massas irregulares, e a deposição em estratos regulares ou *sedimentação*.

Para a *degradação* ou desgaste das rochas da superficie contribue principalmente a acção dos agentes atmosfericos, auxiliada pelas variações de temperatura, pela acção das chuvas, pela congelacão da agua, e pela acção mechanica da agua e do gelo em movimento.

A *ablação* é simplesmente a acção de tirar os detritos produzidos pela degradação para fóra do logar em que fóram arrancados, deslocando-os e transportando-os por meio duma energia mechanica, que pode ser a duma corrente aerea ou aquosa, ou a das neves e gelos em movimento.

Destes dois effeitos combinados resulta pouco a pouco a destruição (fig. 90) parcial (*erosão*) ou total (*detrição*) do terreno superficial, e neste ultimo caso a *denudação*¹ ou descobrimento do terreno subjacente, que então passa á condição de terreno superficial.



Fig. 90. Os troços *bbb* e *ccc* formavam a principio estratos continuos, que mais tarde fóram successivamente atacados pela *erosão*.

O resultado de todas estas causas é a destruição continua das saliencias da superficie terrestre e o enchimento das depressões actuaes com os depósitos formados á custa dos detritos resultantes das acções demolidoras e dos restos dos seres organizados. Se não houvesse outras causas, que actuassem em sentido contrário, a superficie terrestre viria a final a converter-se numa superficie de nível; os rios, as torrentes e os glaciares deixariam completamente de existir, e as aguas terrestres, faltando-lhes as suas bacias naturaes, espalhar-se-hiam a final por todo o nosso planeta cobrindo-o uniformemente com uma camada líquida circundada pela atmosphera. Existem porém um grande numero de phenomenos, que podem, pelo menos até certo ponto, contrabalançar estes effeitos: é delles que passamos agora a occupar-nos.

¹ Na linguagem commum emprega-se a palavra *denudação* no sentido em que nós empregamos a palavra *detrição*; mas este emprego é improprio, e dá muitas vezes logar a equívocos.

PHENOMENOS INTERNOS

I. Phenomenos eruptivos

233. Erupções superficiaes e profundas. Pertencem a esta categoria as emissões de rochas em fusão ignea, ou doutras quaesquer substancias líquidas ou gazosas, das regiões profundas do globo para o exterior (194), quer a massa eruptiva chegue realmente a alcançar a superficie do solo, quer fique encravada na espessura da crusta a uma distancia mais ou menos consideravel da superficie. No primeiro caso a erupção diz-se *superficial*, e no segundo caso *profunda*. Os geologos attribuem estes phenomenos especialmente á actividade do nucleo terrestre. Os seus representantes na epocha actual sam: os *vulcões*, as *fumarolas*, as *sulfataras*, as *mofettas*, as *salsas* ou *maccalubas* e os *geysers* ou repuxos d'agua a ferver.

234. Vulcões e sua acção. Um vulcão é um aparelho natural, que permite ou permittiu ao interior da Terra o communicar livremente com o exterior, e que na maior parte dos casos dá ou deu saída a substancias em ignição. A communicação faz-se por meio duma fenda ou canal, cuja extremidade superior alarga para cima em fórma de funil, e toma ahi o nome de *cratéra*. Exteriormente o vulcão tem o aspecto dum cerro ou duma colina de fórma approximadamente conica.

Os productos das erupções consistem: a) em *lavas*, ou massas rochosas, que saem do seio da Terra em estado de fusão ignea; e b) numa mistura de gazes e vapores.

a) A *lava* é ordinariamente mais ou menos cellular, em virtude da expansão dos gazes e vapores, que a acompanhavam; a que tem a textura cellular muito desenvolvida toma o nome de *escoria vulcanica* ou *lava escoriacea*. As *cinzas* sam porções de lava solidificada e muito dividida. Com a agua das chuvas ou em geral com a humidade, de qualquer proveniencia que seja, as cinzas e os fragmentos de lava ou de escorias conglomeram-se formando massas de *tufos*.

b) Os productos gazosos sam constituídos na maior parte por vapor d'agua arrastando consigo uma certa quantidade doutros vapores e gazes, taes como: anhydrido carbonico, acido chlorhydrico, acido sulphydrico, anhydrido sulfuroso, hydrocarbonetos gazosos, hydrogenio, azote, etc. Segundo as observações de Bunsen, Deville, Fouqué e outros, a natureza destas exhalações num dado vulcão e num dado momento depende principalmente da tem-

peratura. Th. Wolf, estudando a erupção do Cotopaxi em 1877, notou além disto, que nos pontos mais proximos do centro vulcanico e em que a temperatura é mais elevada, abunda tambem mais o acido chlorhydrico e o chloro livre; ao passo que pelo contrário nos pontos mais affastados e menos quentes tende a predominar o gaz sulfhydrico e o anhydrido sulfuroso.

234. A actividade dos vulcões, considerada dum modo geral, offerece duas *facies* ou aspectos diferentes, que têm por typos o Stromboli, no archipelago das ilhas Lipari, e o Vesuvio, situado a 12 chm. S. E. da cidade de Napoles; denominam-se porisso respectivamente *facies strombolina* e *facies vesuvina*.

O Stromboli conserva-se em actividade desde tempos immemoriaes. De meia em meia hora, pouco mais ou menos, a lava, que se acha permanentemente em estado de fusão ignea no interior da cratera, intumescce á superficie, e o seu nivel eleva-se, pela formação de volumosas bolhas, que rebentam com um ruído vehemente e arremessando ao ar fragmentos escuros de rocha no meio duma columna espessa de vapor. Depois a lava deprime-se novamente, até que se prepara nova explosão. Durante a noite a incandescencia da lava reflecte-se nas nuvens, que coroam a cratera: sam as suppostas chammas, que os viajantes avistam a distancia, e que fizeram com que este vulcão fósse denominado o *grande pharol do Mediterraneo*. Phenomenos semelhantes observam-se no vulcão Izalco, no estado de Nicaragua (America Central).

Á actividade relativamente tranquilla destes vulcões é comparavel a actividade egualmente tranquilla, posto que muito mais grandiosa, dos celebres vulcões da ilha Hawai, no archipelago Sandwich, o Mauna Lóa e o Kilauea. Mas a grande maioria dos vulcões estão longe de apresentar esta relativa tranquillidade, as suas erupções (fig. 91) sam acompanhadas de explosões terriveis, seguidas frequentemente de chuvas torrencias e fortes descargas electricas: tal é o character mais saliente da *facies vesuvina*. Não é porém difficil reconhecer, que a differença é principalmente de intensidade, e que as duas *facies* representam essencialmente os mesmos phenomenos.

Quando a lava vem muito carregada de vapor, a acção explosiva torna-se muito mais energica, uma certa quantidade da massa é arremessada com violencia e divide-se em particulas notavelmente miudas, que solidificam durante o seu movimento ascensional, caíndo depois sobre a cratera e sobre o solo vizinho debaixo da fórma de *cinzas*. Na erupção do Krakatóa¹ occorrida em agosto de 1883 a quantidade de poeira lançada deste modo para a atmosphaera era tal, que deu repetidas vezes a volta inteira ao globo. A colo-

¹ Ilhota vulcanica do Estreito de Sonda, entre as ilhas de Sumatra e de Java.

ração que nessa epocha se observava todas as tardes proximo da hora do occaso do Sol era devida a esta circumstancia.



Fig. 91. Erupção do Vesuvio em 1822.

235. O Vesuvio é de todos os vulcões aquelle que tem sido objecto de mais aturados estudos. Nos tempos mais remotos de que ha noticia apresentava-se como um vulcão extincto, e assim se conservou até ao anno 79 da nossa era, quando repentinamente entrou em actividade, arremessando quantidades enormes de *cinzas*, que arrasáram em grande extensão os campos e povoações vizinhas, entre as quaes as duas cidades de Pompeia e Herculánum. Esta erupção causou a morte ao celebre naturalista Plinio e a um numero incalculavel de pessoas. Depois o vulcão conservou-se ininterruptamente em estado d'actividade até ao anno de 1139, em que houve outra erupção consideravel. Seguiu-se-lhe uma pausa de perto de tres seculos, e dahi por deante as erupções têm-se repetido constantemente com intervallos mais ou menos longos. É a phase em que actualmente o conhecemos.

236. Distribuição superficial dos vulcões. Segundo a contagem de K. Fuchs existem hoje uns 323 vulcões em estado de actividade, cujos dois terços proximamente estão situados em ilhas e o terço restante ao longo das margens continentaes ou a pequena distancia do mar.

Os vulcões offerecem constantemente uma disposição linear, quer os consideremos sobre uma carta em grande escala, quer em pequena escala, em cada uma das regiões onde elles desenvolvem a sua actividade.

A zona mais extensa e mais rica em vulcões começa numa direcção parallelá á costa oriental da Asia, desde a península de Kamtchatka até ás ilhas de Sonda; ahí muda subitamente de direcção, e vae passar pelas ilhas de Salomão, Novas Hebrides e Nova Zelandia. A maior energia vulcanica é entre Bornéo e o norte da Nova Zelandia, onde se cruza com outra zona transversal, que nasce nas costas da Birmania e termina no archipelago das ilhas Baixas, depois de ter passado pelas ilhas de Adaman e Nicobar (a W. da primeira zona) e pelas ilhas dos Navegantes e dos Amigos (a E.). Só esta grande área comprehende mais de 150 vulcões activos.

Do lado oriental do Oceano Pacifico ha outra zona muito importante, posto que interrompida em vários pontos, começando nas ilhas Aleucianas e continuando ao longo de toda a costa occidental da America até á Terra de Fogo. É interceptada egualmente por uma zona transversal dirigida das ilhas Sandwich para a America Central, e daqui para as Antilhas, Madeira, Canarias e depressão mediterranea, até á Asia Menor, Armenia e Caucaso.

Em terceiro logar vem a zona longitudinal do Atlantico, da ilha de João Mayen á Islandia e aos Açores, e daqui ás Canarias, Cabo Verde e ilhas da Ascensão, Santa Helena e Tristão da Cunha.

Além destas ha ainda uma quarta zona, a que pertencem os vulcões das ilhas Mascarenhas e Comores, dum e outro lado de Madagascar, e que em epochas mais remotas se extendia para o norte numa direcção geral S. W. — N. E. até ao Ceylão e á parte meridional do Industão.

Estudando cada uma destas zonas em particular, tem-se averiguado, que os vulcões se acham ainda ahí distribuidos em linhas sensivelmente rectas ou de pequena curvatura. Muitas vezes observam-se duas ou mais linhas parallelas; noutros casos as linhas cruzam-se ou ramificam-se, e então a energia vulcanica é particularmente notavel nos pontos de cruzamento. Estas diferentes linhas parecem coincidir constantemente com os traços de fractura da crusta terrestre: é um facto, que os progressos da geologia tendem cada vez mais a confirmar, e que vem lançar muita luz sobre a theoria dos phenomenos vulcanicos, assim como sobre a situação dos vulcões, sempre em contacto mais ou menos directo com grandes massas d'agua.

237. Fumarolas. Sam emanções vulcanicas com a apparen-

cia de nuvens de fumo branco, que se escapam silenciosamente das crateras vulcanicas, das fendas e aberturas do solo, e de diversos pontos da lava: tõem a mesma composição chymica e fornecem os mesmos productos de sublimação que os vapores exhalados durante as erupções (233, b). Como estes, consistem pela maior parte em vapor d'agua, e dam frequentemente origem a fontes thermaes. Entre os productos de sublimação o principal é o NaCl, o que não admira attentas as relações intimas da agua do mar com os focos vulcanicos. Estes phenomenos persistem até muito tempo depois da emissão da lava. Citam-se como exemplo as célebres fumarolas da ilha d'Ischia, a S.W. de Napoles.

238. Sulfataras. Sam vulcões em repouso ou fendas vulcanicas, cujas manifestações de actividade se limitam á emissão de gaz sulphydrico, vapor d'enxofre, anhydrido sulfuroso, e occasionalmente anhydrido carbonico e outros productos gazosos. A mais conhecida é a sulfatara de Pozzuoli, proximo de Napoles, cuja última erupção foi em 1498. Nas bordas da abertura observam-se depósitos amarellados de enxofre nativo e incrustações de sulfatos, que resultam da acção continuada do anhydrido sulfuroso e do oxygenio do ar sobre os silicatos, que entram na composição da rocha vulcanica.

Com este phenomeno relacionam-se intimamente as fontes minero-thermaes, que acompanham as erupções de ophito nas áreas typicas (195) do nosso pays.

239. Mofettas. Sam exhalações accidentaes ou permanentes de hydrocarbonetos gazosos e anhydrido carbonico. Os geologos consideram-nas como o grau mais atenuado da actividade vulcanica. Provavelmente os gazes võem do interior da Terra como simples hydrocarbonetos, e oxydam-se depois ao contacto das camadas superiores do solo, onde se encontram com o oxygenio do ar.

Vem aqui a proposito recordar o que noutra logar (154) dissemos sobre a origem da materia betuminosa, que impregna as rochas crystallinas fundamentaes da crusta terrestre.

Encontram-se mofettas mais ou menos bem caracterizadas em todos os centros vulcanicos em actividade ou extinctos. É um bom exemplo a celebre gruta do Cão, nos Campos Phlegreus, proximo de Napoles. O anhydrido carbonico, por ser mais denso que o ar atmospherico ($d = 1.529$), accumula-se até a uma certa altura no fundo da gruta deixando livres as camadas d'ar superiores. Os guias costumam fazer notar esta particularidade aos visitantes, introduzindo alli animaes de pequena estatura, que morrem immediatamente asphyxiados.

Quando as exhalações de anhydrido carbonico se encontram com

as aguas de mananciaes subterraneos, dissolvem-se nellas e vêm apparecer á superficie sob a fórma de fontes acidulas.

240. Salsas ou maccalubas. Tambem sam conhecidas pela designação de *vulcões de lama*. Consistem ordinariamente em monticulos ou collinas de vasa argillosa impregnada de substancias betuminosas e chloreto de sodio, tendo na parte superior uma abertura crateriforme, donde saem gazes hydrocarbonados, anhydrido carbonico, vapor d'agua e uma especie de lama salgada. Encontram-se em differentes regiões, como: nas proximidades de Girgenti, na Sicilia; na vertente septentrional dos Apenninos entre as cidades de Parma e Modena; na embocadura do Mississipi, etc.; mas onde mais abundam é nos arredores de Kertch, na extremidade oriental da Criméa; e em Baku, na costa occidental do Caspio. Segundo Sjören as salsas desta região acham-se alinhadas segundo linhas de deslocamento ou de fractura, e o mesmo succede com as fontes de petroleo e gazes hydrocarbonados da Galicia e da America Septentrional.

As vezes chegam a produzir-se verdadeiras erupções, quasi tam perigosas como as dos vulcões propriamente ditos. Apesar da dissimelhança, que existe entre estes e as salsas no que diz respeito aos productos das erupções e á temperatura, ha entre os dois typos uma certa relação de parentesco, que sobresaes, quando comparamos um e outro com as mofettas.

241. Geysers¹. Os apparelhos naturaes, que se descrevem com este nome sam repuxos intermitentes d'agua a ferver, projectada com violencia a grandes alturas. A sua distribuição geographica e geologica offerece analogias tam íntimas com os vulcões propriamente ditos, que muitos escriptores lhes têm applicado a designação de *vulcões d'agua*. O geyser typico consiste num cone abatido terminando superiormente por uma larga bacia circular, em cujo centro se abre o canal por onde se fazem as erupções. De tempos a tempos a agua da bacia começa a agitar-se com o apparecimento de bolhas abundantes, que rebentam á superficie, e de repente salta no centro uma grossa columna liquida (fig. 92), envolvida em espessas nuvens de vapor, que ficam durante algum tempo pairando na atmosphaera. Depois volta um novo periodo de tranquillidade interrompida semelhantemente por outros paroxismos. O nome proveiu do *grande geyser* da Islandia, que foi o primeiro estudado. Actualmente conhecem-se geysers em muitas outras localidades, geralmente vulcanicas, como a Nova Zelandia, a California, e a região americana de Yellowstone, hoje convertida

¹ *Geyser* é palavra d'origem islandesa, e significa — rugido, furia. Deve pronunciar-se *gáizer*.

em parque nacional, em plenos Montes Rochosos, a meio caminho entre a região dos lagos e a costa do Pacífico. É aqui que o phe-



Fig. 92. Erupção do grande geyser de Yellowstone em 1878.

nomeno se apresenta rodeado de maiores encantos para o observador.

II. Phenomenos hydrothermicos

242. Penetração da agua nas profundezas da crusta. Em todos os phenomenos eruptivos, de que até aqui nos temos occupado, encontra-se um producto commum e de importancia fundamental — o vapor d'agua, que emerge em enormes quantidades pelas crateras vulcanicas e pelas fendas do solo — ; a força elastica deste vapor é o agente que eleva as massas de lava e a causa efficiente não só das explosões vulcanicas propriamente ditas, mas das explosões das salsas e dos geysers. A distribuição geographica dos vulcões activos, situados invariavelmente na vizinhança do mar ou de importantes massas d'agua (236), seria uma circumstancia incomprehensivel, se a agua não representasse um papel preponderante no phenomeno da erupção. Mas como e por onde se infiltra essa agua até ás profundidades dos focos vulcanicos, para ahi ser convertida em vapor? e como é que a força elastica deste vapor, que faz elevar a grandes alturas as pesadas columnas de lava, não se oppõe á descida do liquido, que ha de ir formando novas quantidades de vapor? Se a alimentação se fizesse pelas fendas da crusta, só haveria um meio de resolver esta difficuldade, — admitir que essas fendas se obstruiam á medida que iam servindo, ao passo que ficariam sempre livres os canaes destinados ás erupções. A explicação seria então mais difficil de comprehender do que o phenomeno explicado. É indispensavel portanto que a agua se insinue por um caminho diverso, e esse caminho é o que lhe offerece a *porosidade* e a *capillaridade* das rochas: é o que vieram pôr fóra de dúvida as experiencias de Daubrée¹.

A capillaridade, actuando juntamente com a gravidade, diffunde as aguas superficiaes por entre os poros das rochas, fazendo-as penetrar até ás regiões profundas e quentes, apesar das contra-pressões fortissimas do vapor, que ahi se produz. Como este vapor e em geral os gases sam incapazes de se escaparem por este meio para a atmosphaera, só lhes resta o caminho das fendas; e, se na sua passagem encontram outras fendas contendo materiaes amoviveis, como sam as lavas, o lodo ou a agua liquida, esses materiaes sam impellidos, e podem ser projectados para a atmosphaera, logo que a tensão do vapor seja sufficientemente forte para a deslocar.

Segue-se agora investigar, se a agua liquida, largamente diffundida pela capillaridade e pela porosidade das rochas, e o vapor de

¹ Daubrée, loc. cit., p. 236.

agua, actuando de baixo para cima nas regiões profundas e d'encontro ás paredes das fendas, por onde circula, não produzirão outros effeitos além das acções mechanicas, a que nos temos estado a referir.

243. Acções hydro-chymicas. Quando as aguas da superficie, insinuando-se pelas fendas, que em muitos logares interceptam a crusta terrestre, chegam a profundidades do valor, pelo menos, da profundidade média dos oceanos, a pressão que supportam não pode ser inferior a 900 atmospheras, o que lhes permitirá certamente diffundirem-se em todas as direcções a grandes distancias através dos póros mais miudos das rochas, e portanto chegarem sem mudança d'estado a profundidades que vam além de todo o cálculo. Auxiliadas pela elevação de temperatura e pela influencia da capillaridade o seu poder dissolvente e a sua acção chymica assumem proporções, de que apenas podemos formar idéa approximada pelas experiencias dos nossos laboratorios.

As substancias, que habitualmente os chymicos nos descrevem como insoluveis, dissolvem-se por este processo, e reagem continuamente umas sobre as outras alterando a composição e a textura dos mineraes, e transformando assim a natureza das massas rochosas. A silica, os silicatos e todos os outros compostos dissolvem-se mais ou menos facilmente, hydratam-se e entram numa infinidade de reacções.

Quando as aguas assim mineralizadas passam dos poros e fendas capillares para as cavidades e fendas mais largas, a pressão deminue immediatamente, e uma parte dos corpos dissolvidos depositam-se sobre as paredes revestindo-as de capas successivas, geralmente crystallinas. É assim que, por exemplo, se enchem os filões metalliferos, e se produzem a maior parte dos veios, que atravessam os marmores, as serpentinas e outras rochas. A experiencia tem vindo confirmar brilhantemente a theoria destes factos.

A propósito da presença do enxofre entre os productos mais constantes da acção vulcanica é conveniente recordar, que os filões metalliferos mais communs contêm os metaes em estado de sulfuretos; e que o acido sulfhydrico e os sulfuretos figuram tambem entre as substancias mais frequentes nas aguas minero-thermaes, naquellas mesmas que hoje emergem em solos não vulcanicos.

É provavel que nas regiões profundas do globo existam grandes quantidades de sulfuretos, que as aguas podem decompôr com desenvolvimento d'acido sulfhydrico. Este gaz diffundindo-se através das camadas superiores transforma um grande numero de saes metallicos em sulfuretos, e em contacto com o oxygenio converte-se em acido sulfurico, sulfatos ou anhydrido sulfuroso, conforme as circunstancias. Outras vezes pelo contrário os sulfatos soluveis sam transportados pelas aguas subterraneas, e encontram-se com massas carbonosas, que os reduzem ao estado de sulfuretos.

III. Phenomenos geocineticos ¹

244. Compreendem-se nesta designação: 1.º os movimentos *orogenicos* ², assim chamados por serem elles que produzem e modificam incessantemente o relevo dos montes e em geral as desigualdades do solo; 2.º os movimentos *sismicos* ³ ou convulsivos, que na sua forma sensivel sam conhecidos pelos nomes de terremotos, abalos ou tremores de terra.

245. Movimentos orogenicos. Consistem em deslocamentos de ordinario lentos da crusta terrestre, que se revelam apparentemente por levantamentos e abaixamentos parciaes, ainda que na realidade a trajetoria não é exclusivamente vertical, mas sim obliqua e na maior parte dos casos curvilinea; o que se observa é apenas a componente vertical deste movimento complexo.

Tem-se verificado ha muitos annos, que nalgumas localidades a superficie da Terra executa oscillações graduaes elevando-se ou deprimindo-se desegualmente em relação ao nivel médio do mar. O phenomeno é segundo todas as probabilidades muito mais geral do que parece, mas a lentidão do movimento e a necessidade de referir as medidas a um limite fixo, que não se pode encontrar no interior dos continentes, restringe necessariamente a observação a certos pontos favoraveis da beira-mar.

Citam-se como exemplos de levantamento quasi todas as costas rochosas do norte da Europa e particularmente as da Noruega e Escossia, as costas orientaes das duas Americas e Groenlandia, a costa do Chile, as da Asia Menor, Caspio, Mar Negro, etc. Os abaixamentos sam muito mais difficeis de reconhecer, mas têm-se verificado por exemplo em parte das costas da Gran Bretanha e norte da França, bem como na costa mediterranea do Egypto. O leito do Mediterraneo acha-se actualmente em via de levantamento, enquanto se observa o contrário na maior parte das costas, que defrontam com o Pacifico.

Algumas vezes a história tem podido registrar exemplos de movimentos orogenicos relativamente rapidos. É assim que entre a Sicilia e o territorio de Tunis surgiu em julho de 1831 uma ilha, que chegou a attingir mais de 60^m de altura e 4800^m de circumferencia, tendo no centro uma cratera, donde saíam materias em

¹ De *gê*, terra e *cineticós*, que move ou agita (cf. *cinéo*, mover, agitar).

² Do gr. *óros*, monte.

³ De *seismós*, abalo, convulsão.

ignição e enormes columnas de vapor d'agua. O primeiro viajante que alli aportou foi o capitão Senhouse, da marinha britanica, que lhe deu o nome de ilha Graham ¹. Passados tres ou quatro meses, a parte emersa tinha completamente desaparecido, restando apenas um recife de fôrma oval, cujas dimensões fôram pouco a pouco diminuindo.

Em 1811 formou-se em circumstancias analogas uma ilhota, a que se deu o nome de Sabrina, nas aguas da ilha de S. Miguel (Açores). Pouco tempo depois era do mesmo modo varrida pelas vagas.

Segundo um manuscripto antigo ² appareceu em 1571 em frente da embocadura do rio de Tavira um banco de ostras tam consideravel, que os pescadores comparáram-no com um cerro submarino. No anno seguinte uma tempestade cobriu-o de areias, e continuando estas a accumular-se, o banco chegou a converter-se na ilha, que existe ao sul daquella cidade, e se tem extendido successivamente para E., afastando neste sentido a situação da barra ³, que hoje se acha em Cacella, a duas leguas do seu local primitivo.

Estes diferentes movimentos sam o effeito mechanico das impulsões de baixo para cima, de cima para baixo e lateraes, provenientes da expansão dos gazes subterraneos, da pressão atmospherica e das variações de volume, a que estão sujeitas as massas rochosas componentes da crusta terrestre. As mesmas causas devem ter actuado em todos os tempos geologicos, e explicam-nos as discordancias de estratificação, as fracturas, falhas, inclinação das camadas, curvaturas e outros accidentes stratigraphicos, que estudámos na geotectonica.

246. Movimentos sismicos. Além dos movimentos permanentes, a que nos temos referido, a crusta terrestre está igualmente sujeita a movimentos vibratorios de duração muito curta, que se propagam com velocidades decrescentes em torno duma área limitada da superficie: é o phenomeno que o vulgo conhece pela denominação de *terremoto* ou *tremor de terra*; a linguagem scientifica designa-o porém pelo nome de *sismo*. O seu estudo faz-se por meio de aparelhos de observação directa (*sismometros*) ou com aparelhos registadores (*sismographos*). Com o auxilio destes instrumentos tem-se reconhecido, que os sismos sam phenomenos muito mais communs do que se presumia, porisso que a maior

¹ Tambem foi conhecida por outros nomes, entre os quaes o de ilha Julia.

² CH. BONNET, *Algarve (Portugal). Description géog. et géol. de cette province*. Lisbonne, 1850. P. 168.

³ No tempo da conquista do Algarve a barra devia ainda existir proximo da embocadura do rio, como o attesta uma fortaleza mandada construir pelos portuguezes para defesa do porto, a cujas ruinas o povo dá actualmente o pittoresco epitheto de *fortaleza dos ratos*.

parte delles nos passavam desapercibidos em razão da sua deminuta intensidade.

Em todo o sismo ha uma área superficial, geralmente elliptica, onde a intensidade é maxima, e donde parece propagar-se em todos os sentidos como qualquer outro movimento vibratorio num meio mais ou menos elastico: essa área tem o nome de *epicentro*. O verdadeiro *centro* ou *foco sismico* acha-se verticalmente situado abaixo do epicentro a uma distancia relativamente fraca da superficie¹. As curvas, que ligam entre si todos os pontos, em que o movimento se manifesta com egual intensidade denominam-se *isossistas*; a mais central corresponde ao contorno do epicentro, as outras reproduzem mais ou menos este contorno, conforme o permitem as condições topographicas e geologicas do terreno.

O sismo começa sempre por um abalo, a que se segue um movimento vibratorio, que dura apenas alguns segundos; mas é raro que a esta primeira convulsão não se siga em breve tempo outra ou outras, antes de se restabelecer a tranquillidade primitiva.

No grande tremor de terra, que destruiu a cidade de Lisboa, a 1 de novembro de 1755, o primeiro abalo sentiu-se pouco mais ou menos ás 9^h40^m da manhã, estando as igrejas apinhadissimas de fieis, em razão da solemnidade do dia. O choque foi extremamente curto, mas com a rapidez do relampago foi logo seguido doutros dois choques. Pelo meio dia o phenomeno reproduziu-se, mas já com muito menos intensidade. Conta uma testemunha coeva, que a essa hora se encontrava no palacio real, que vira as paredes dalgumas casas vizinhas abrirem-se de cima a baixo e reunirem-se em seguida, sem persistirem vestigios. Depois sentiram-se ainda alguns abalos insignificantes, posto que nenhum delles bastante forte para produzir novos estragos.

Como a hora do abalo mais forte coincidia proximamente com o instante da preamar, o movimento do solo transmittindo-se á agua da maré fez levantar uma grande *vaga de translação* com 40 pés de altura acima do nivel das maiores marés; o que valeu foi que a vaga se retirou tam subitamente, como se havia formado, aliás toda a cidade teria ficado inteiramente arrasada pela inundação.

A serie de catastrophes, que assoláram a Andaluzia nos fins do anno de 1884 e principios de 1885, offerecem-nos tambem um exemplo muito instructivo e eloquente da grandiosidade dos effeitos, que caracterizam esta categoria de phenomenos.

O primeiro abalo sentiu-se no dia 25 de dezembro proximo das 9^h da noite (hora de Madrid); parecia dirigido de E. para W. No resto da noite o phenomeno repetiu-se várias vezes até ás 2^h20^m

¹ As profundidades dos centros sismicos calculadas para os ultimos 150 annos variam entre 250^m e 50.000^m. O tremor de terra, que assolou Constantinopla em 10 de julho de 1894, tinha o seu centro a 34 chm. da superficie do solo.

da madrugada. Desde esta data o solo andaluz continuou durante quasi todo o anno a ser abalado com frequencia, principalmente nos meses que se seguiram até março e abril; o último abalo, de que ha noticia, foi a 18 de novembro. Sam variadissimas as opiniões sobre a duração do primeiro abalo, posto que a commissão hespanhola não a considere superior a 4 segundos.

O fóco sismico devia ficar a occidente de Granada, e segundo as observações de Fouqué achar-se-hia a 11 kilometros de profundidade. O epicentro tinha a configuração duma ellipse muito allongada dividida segundo o seu maior comprimento pelo eixo montanhoso da serra Tejea.

247. Os effeitos dos tremores de terra dependem por um lado da intensidade e duração das convulsões, e por outro das condições topographicas e geologicas da região, em que se produzem; em geral podem consistir em mudanças permanentes ou temporarias no regimen das nascentes, deslocamentos permanentes ou temporarios do solo, abertura de fendas (fig. 93) nas massas rochosas e



Fig. 93. Fendas produzidas por um tremor de terra.

desprendimento de penhascos, que rolam pelas encostas dos montes, desabamentos de edificios, etc. Os abalos sam algumas vezes acompanhados de ruidos subterraneos, emissão de vapores do solo, perturbações no estado do mar e perturbações atmosfericas diversas, como chuvas copiosas, nevoeiros, nevões, tempestades, ventos impetuosos, etc.; perturbações que se manifestam ao mesmo tempo por depressões barometricas e irregularidade no funcionamento dos aparelhos magneticos e electricos dos observatorios,

Os sismos podem ter a sua causa efficiente em todas as acções que fôrem capazes de perturbar o equilibrio local das differentes partes componentes do solo, como — os movimentos orogenicos, a dissolução ou diluição de rochas profundas (sal gemma, calcareo, gesso, argilla, etc.) pela acção das aguas, que se infiltram da superficie, e finalmente as explosões provocadas pela expansão subita de massas subterraneas de vapor. Neste último caso o phenomeno conservaria relações geneticas assás estreitas com o vulcanismo, e muitos sismos poderiam até certo ponto ser considerados como erupções abortadas.

GEOHISTÓRIA

248. Objecto da geohistória. O estudo realizado nas secções precedentes permittiu-nos o conhecimento de todas e cada uma das partes, que constituem o nosso planeta, da sua configuração, estrutura e textura, e finalmente dos agentes que sobre ellas actuam, e que tendem incessantemente a modificá-las. A geohistória propõe-se investigar chronologicamente as transformações de que a Terra tem sido theatro desde os tempos mais remotos até á actualidade; e comprehende não só a evolução da Terra considerada na sua massa fundamental, inorganica, mas tambem a história de todos os seus habitantes, quer vegetaes quer animaes, incluindo o proprio homem.

Por mais vasta que pareça a escala dos effeitos das forças, que nos antigos tempos actuáram sobre a crusta terrestre, nenhum factó positivo nos auctoriza a suppór, que essas forças não fóssem pelo menos qualitativamente eguaes ás que se manifestam na epocha presente; pelo contrário, a observação minuciosa dos factos e as experiencias, que se tem podido tentar no campo da geologia, levam-nos cada vez mais ao convencimento de que ellas devem ter sido sempre as mesmas através dos tempos, e portanto identicos os phenomenos, a que em todas as epochas ellas têm dado logar.

249. Antiguidade da Terra. Desde epochas remotissimas a superficie da Terra deve ter começado a revestir-se de camadas successivas de terrenos sedimentares provenientes da destruição de terrenos mais antigos e depositados no seio das massas d'agua superficiaes, como está succedendo nos nossos oceanos e em menor escala nos lagos e mares interiores e na parte mais baixa do curso dos rios. O grande volume occupado pelos terrenos estratificados, comparativamente com a lentidão do processo da sua formação, transportam-nos o espirito a tempos de tal modo remotos, que

escapam a todo e qualquer cómputo positivo de idade; representam certamente um trabalho contínuo de muitíssimos milhares de seculos, em que a nossa imaginação se perde maravilhada. Mas este trabalho não pode reputar-se senão como um minimo do trabalho total de sedimentação, visto que os materiaes da crusta têm sido em muitos casos deslocados repetidas vezes, e outras tantas estratificados de novo; o que nós conhecemos é apenas o último estado, que estas massas rochosas têm podido affectar.

E contudo a Terra deve ser ainda muito mais antiga, a existencia destes terrenos suppõe a existencia prévia de oceanos, e portanto a consolidação da parte externa do globo e uma temperatura já sufficientemente baixa da superficie, para ahi poderem as aguas conservar-se no estado liquido.

O oceano primitivo deveria ser muito mais volumoso do que o actual, e cobrir universalmente a superficie do solo como um vasto lençol liquido. Basta para isso notar a quantidade enorme de liquido dispendido em todos os phenomenos geologicos, a maior parte do qual entra numa immensidade de reacções com os elementos solidos, ordinariamente hydratando-os e oxydando-os ao mesmo tempo. Além disto sabe-se que as aguas, já no estado liquido já no estado de vapor, se introduzem na crusta e ahi circulam até profundidades incalculaveis. O seu volume á superficie era com certeza muito superior ao dos oceanos actuaes; e tempo virá, em que ella daqui desapareça na totalidade, deixando então de existir os mares, os lagos e os rios, e tornando-se tambem impossivel a existencia de seres organizados.

250. Continuidade do trabalho de sedimentação. A nossa posição particular como habitantes da Terra difficulta-nos a apreciação dos phenomenos antigos pela impotencia de observar directamente as mudanças subterraneas em via de execução. O estudo que fizemos da geodynamica adverte-nos porém da realidade destas mudanças e mostra-nos, que tanto os terrenos sedimentares como as rochas eruptivas, que os atravessam, estão continuamente a ser modificados na sua forma, na sua posição, na sua integridade e estructura e na sua composição chymica. Os antigos sedimentos não apresentam já o aspecto e as propriedades dos que se estão formando nos mares actuaes, mas sim outros aspectos e outras propriedades, que em geral tendem a approximá-los cada vez mais das rochas, de cujos detritos elles provieram; os caracteres dos sedimentos mais antigos approximam notavelmente estes terrenos daquelles que constituíam a crusta primitiva, a ponto de se tornar agora quasi impossivel descobrir o verdadeiro limite, que os devia separar. Todavia os phenomenos, que antigamente se produziam, não eram distinctos dos phenomenos que se exhibem na epocha actual; os seus agentes eram os mesmos, e as leis da sua acção eram perfeitamente identicas àquellas que a sciencia tem descoberto.

251. Origem das lacunas. Tudo nos leva a admitir, que a serie dos phenomenos nunca tem soffrido interrupção na sua continuidade; uma vez começada a formação de depósitos sedimentares, essa formação tem continuado e ha de continuar indefinidamente, enquanto existirem massas d'agua superficiaes. Como porém os phenomenos geodynamicos importam necessariamente modificações no estado de equilibrio das forças da Natureza, a geographia physica deve por esse facto variar, e devem portanto variar ao mesmo tempo os locaes, em que os differentes phenomenos se manifestam. A área em que principia a formar-se um depósito de sedimento experimenta em cada instante um desvio lateral, que a desloca lentamente ora numas direcções ora noutras. Por conseguinte as camadas sedimentares não podem accumular-se indefinidamente nos mesmos logares da Terra; cada camada, em vez de cobrir exactamente a camada que lhe serve de base, occupa sobre ella uma posição um pouco lateral, isto é, um pouco desviada numa dada direcção. Passados annos ou talvez séculos, a sedimentação deixa de fazer-se nos pontos em que anteriormente se fizera, e pode até succeder que nestes pontos a acção destruidora comece então a recair sobre os sedimentos, que já haviam sido depositados.

O resultado de tudo isto é, que em parte alguma podemos encontrar uma serie de camadas sedimentares, que represente completamente e sem lacunas o lapso de tempo decorrido desde a precipitação do oceano primitivo até ao estado presente da geographia physica. Mas o que falta numas localidades existe representado noutras, a difficuldade está em saber fazer a comparação chronologica de todas as camadas, que a observação vae descobrindo nas differentes regiões da superficie do globo.

252. Synchronismo dos estratos. Para relacionar chronologicamente os factos de que a Terra tem sido teatro, é necessaria a resolução prévia deste importante problema, isto é, determinar a idade relativa das camadas sedimentares, que se encontram em dois logares quaesquer; o reconhecimento das que foram synchronicas ou, por outras palavras, daquellas cuja formação coincidiu no mesmo lapso de tempo, servirá para nos dar idéa da geographia physica, climas e estado do desenvolvimento organico (186) em cada uma das epochas, que a Terra tem atravessado na sua história natural.

É facil de comprehender, que este synchronismo de duas ou mais camadas situadas a distancia não poderá ser determinado pela semelhança dos caracteres petrologicos e paleontologicos destas camadas, porque em todas as epochas geologicas, apesar das supposições gratuitas do contrário, devem ter existido sempre climas mais ou menos differentes, e portanto faunas e floras variaveis segundo as localidades; e estas faunas e floras devem ter emigrado de uns logares para outros como na actualidade, produ-

zindo-se assim por um lado faunas e floras synchronicas differentes, e por outro faunas e floras semelhantes mas não synchronicas. É o que mostram por exemplo as faunas e floras de certos payses affastados da Europa, como a Australia e a Nova Zelandia, onde existem vivas faunas e floras que na Europa deixáram de existir ha talvez muitos milhares de seculos. O verdadeiro synchronismo não pode ser definido senão por uma observação estratigraphica rigorosa, seguindo lateralmente a continuidade das camadas e verificando o mais frequentemente possivel a maneira como ellas naturalmente se sobrepõem.

A idade relativa dos terrenos eruptivos e dos phenomenos orogenicos determina-se pela dos terrenos sedimentares, que elles affectáram. Evidentemente um terreno eruptivo *M*, *M'* ou *M''* (fig. 71) é mais moderno do que as camadas que elle fracturou ou deslocou, e segundo todas as probabilidades é mais antigo do que as camadas que sobre elle repousam directamente e não soffrêram modificações sensíveis na sua integridade e na sua disposição natural.

253. Facies. Os geologos adoptáram a palavra latina *facies*, para exprimirem as differenças de character, que distinguem as formações da mesma idade geologica, e que provêm já da diversidade da sua natureza paleontologica, isto é, dos seus restos fósseis, já da sua natureza metallogica, volume dos detritos e modo de deposição. Comparando os caracteres das differentes formações com os das que se estão produzindo na epocha actual, tem-se podido distinguir *facies* maritimas, de agua doce ou salobra, *facies* terrestres, *facies* de aguas muito ou pouco profundas, tranquilas ou agitadas, *facies* marginaes ou ribeirinhas, etc.

254. Divisões taxonomicas. Para fazer a synopse histórica dos phenomenos, que têm modificado a crusta terrestre, começamos por considerar as camadas sedimentares reduzidas á sua horizontalidade primitiva e collocadas umas sobre as outras segundo a ordem chronologica da sua formação; em seguida dividimos o conjuncto em grupos cada vez menos extensivos, como nas outras classificações historico-naturaes. Os traços das divisões sam determinados pelas lacunas maiores ou menores, que em certos pontos interrompem a continuidade dos depósitos.

Os antigos geologos, suppondo que estas lacunas fóssem geraes, consideravam perfeitamente natural o criterio das suas classificações, e admittiam que essas lacunas tinham sido produzidas por grandes cataclysmos, que de tempos a tempos perturbavam toda a superficie da Terra, separados uns dos outros por epochas de repouso relativo, durante as quaes a vida organica podia desenvolver-se e prosperar. Cuvier foi um dos mais distinctos propugnadores destas idéas, hoje completamente abandonadas pelos naturalistas. A medida que a sciencia vae multiplicando as suas investigações

sobre o terreno, o numero das lacunas restringe-se cada vez mais, mostrando que a sua existencia accusa apenas um accidente local (192), e que a successão dos phenomenos, tanto organicos como inorganicos, tem sido realmente ininterrompida e continua. A Natureza, em vez de proceder por saltos e inaugurar essas pretendidas epochas de repouso relativo por creações novas sem relação alguma de parentesco com as immediatamente anteriores, procede constantemente por gradações insensíveis sem a minima alteração na continuidade dos phenomenos.

Algumas daquellas lacunas parecem todavia corresponder a mudanças importantes na geographia physica e nas condições climatericas e biologicas em áreas mais ou menos vastas. Então a sciencia aproveita-as, para estabelecer ali divisões no conjuncto dos terrenos sedimentares, porque essas divisões sam indispensaveis para o nosso estudo, como sam indispensáveis as classificações em todo e qualquer estudo descriptivo; sam um artificio engenhoso, com que o homem suppre até certo ponto a estreiteza da sua propria intelligencia.

O conjuncto dos terrenos sedimentares costuma dividir-se em 3 series, que representam na história dos seres organizados a história antiga, da idade média e moderna; as suas denominações sam respectivamente — *serie primaria* ou *paleozoica*¹, *serie secundaria* ou *mesozoica*² e *serie terciaria* ou *cenozoica*³. Estas series subdividem-se em *systemas*, os *systemas* em *secções*, as *secções* em *pisos*, e os *pisos* em *assentadas*, abrangendo cada uma destas ainda um certo numero de camadas. O todo acha-se representado no seguinte quadro synoptico, em que por simplicidade omittimos as duas últimas categorias de divisões:

Serie terciaria ou cenozoica	}	Malacenicico.....	}	Recente
				Plistoceno
		Hessocenicico.....		Neogeneo....
			Paleogeneo...	Mioceno
				Oligoceno
				Eoceno
		Cretaico.....		Superior
				Inferior
Serie secundaria ou mesozoica	}	Juraico.....	}	Malm
				Dogger
		Triadico.....		Lias
				Superior
				Inferior

¹ Gr. *Palaiós*, antigo e *zoicós*, relativo á vida, cf. *zoé*, vida, isto é, serie que comprehende os restos dos seres vivos mais antigos.

² *Mésos*, médio, e *zoicós*, isto é, serie que comprehende os restos dos seres da idade média.

³ *Cainós*, novo, moderno, e *zoicós*, isto é, serie que comprehende os restos dos seres modernos.

Serie primaria ou paleozoica	}	Permo-carbonico	Permiano
			Hulhifero
			Anthracifero
		Devonico	Superior
			Médio
	Inferior		
		Superior	
Silurico		Inferior	
		Superior	
Cambrico		Inferior	
		Huroniano	
Archaico		Laurentino	

Para designar a duração relativa dos acontecimentos, chamaremos *era* ao lapso de tempo correspondente a uma *serie*, *cyclo* ao equivalente a um *systema*, *periodo* ao equivalente a uma *secção*, *chrono* ao equivalente a um *piso*, e *epocha* ao equivalente a uma *assentada*.

Postos estes preliminares, vejamos summariamente, quaes sejam as rochas componentes destes diferentes terrenos, e quaes as phases, que se têm succedido no desenvolvimento dos seres organizados desde o instante immensamente remoto assignalado pelos primeiros vestigios certos da sua existencia sobre a Terra.

ROCHAS

255. Serie primaria ou paleozoica:

1. SYSTEMA ARCHAICO. Da base dos primeiros estratos reconhecidamente sedimentares para os níveis mais profundos da crusta do globo estende-se em muitos payses, e designadamente no nosso, um complexo possante de terrenos crystallinos, ora maciços ora schistosos. Estes terrenos sam os mais antigos de que temos conhecimento. Alguns consideram-nos como parte da crusta primitiva, formada pelo resfriamento do magma geral do globo, que anteriormente deveria encontrar-se em estado de fusão ignea; outros suppõem-nos já formados, pelo menos em parte, por sedimentação no seio das aguas e modificados nos seus caracteres em virtude de acções posteriores. Esta última parece ser a opinião mais acceitavel, mas a questão está ainda longe de poder considerar-se satisfactoriamente resolvida. Antigamente, e ainda hoje, alguns auctores têm dado a este systema o nome de *primitivo*, *azoico* ou *precambrico*; a designação de *archaico* foi proposta pelo geologo americano J. Dana, e tem reconhecida vantagem sobre todas as outras.

No Canadá, segundo os dados fornecidos pela respectiva Commissão Geologica, reconhecem-se pelo menos duas secções nos

terrenos archaicos, mas as suas relações architectonicas exactas não sam sufficientemente claras, para se poder affirmar a sobreposição constante duma pela outra. Uma destas secções, que se presume ser a mais antiga, compõe-se essencialmente de gneiss com faixas intercaladas de calcareo: é a chamada formação *gneissica* ou secção *laurentina* (do rio S. Lourenço). A outra comprehendendo principalmente micaschistos, rochas amphibolicas e ás vezes tambem calcareos: é a formação *micaschistica* ou secção *huroniana* (do lago Huron). As principaes rochas eruptivas deste cyclo sam o granito, syenito, diórito, diabase e serpentina.

2. SYSTEMA CAMBRICO. O nome deste systema foi introduzido na sciencia em 1833 e applicado por Sedgwick aos terrenos mais antigos do Pays de Galles (em lat. *Cambria*). Até então o complexo de estratos sedimentares, que precedem os depósitos mais antigos de carvão de pedra, eram descriptos com a denominação commum de *terrenos de transição* ou da *grauwacke*, e dizia-se que estabeleciam a passagem do terreno primitivo para os terrenos mais modernos; a segunda denominação allude a que as grauwackes apenas se encontram entre as formações deste grande grupo.

Nos estudos prolongados durante mais de 40 annos por J. Barande na bacia da Bohemia o actual systema cambrico e o silurico fôram ainda englobados num todo unico sob a epigraphe de — systema siluriano da Bohemia — e assim descriptos por este geologo na sua obra monumental. Todo este possante complexo e mais as camadas, que immediatamente o precedem e se lhe seguem na localidade, fôram divididos em oito pisos principaes designados de baixo para cima pelas primeiras oito letras maiusculas do alphabeto latino e perfeitamente definidos pelos seus caracteres petrographicos e paleontologicos. O piso A representa, segundo hoje se presume, a parte superior do systema archaico; os pisos B e C pertencem ao cambrico; os pisos D e E ao silurico propriamente dito, enquanto os pisos F, G e H parecem dever ser referidos ao devonico.

A falta absoluta de fósseis nas camadas inferiores do systema cambrico e a semelhança das suas rochas ás que se encontram na parte superior do archaico tornam obscuro e inteiramente arbitrario o limite entre estes dois systemas. Os depósitos cambricos compõem-se em geral de conglomerados mais ou menos grosseiros, arenitos, quartzitos, grauwackes, piçarras e calcareos. Algumas vezes encontram-se intercaladas em vários niveis capas ou mantos diabasicos; tambem não sam raras as betas ou filões doutras rochas eruptivas, principalmente de granitos e rochas vizinhas dos granitos.

3. SYSTEMA SILURICO. A extensão actual do silurico¹ define-se

¹ Murchison deu a este systema o nome de silurico, por se achar typi-

pelos estratos equivalentes aos que na bacia da Bohemia contêm os pisos D e E de Barrende, e divide-se em duas secções correspondentes a estes pisos e caracterizados principalmente pelas respectivas faunas. O caracter petrographico varia muito de pays para pays, mas pode dizer-se, que em geral as rochas predominantes sam: 1.º arenitos, piçarras argillosas, grauwackes, e ás vezes tambem calcareos: 2.º conglomerados, quartzitos, piçarras aluminiferas, margas e dolomias.

Um dos factos mais interessantes dos terrenos siluricos delguns payses é a existencia de rochas crystallinas analogas ás do archaico em estratificação concordante com as camadas sedimentares. Este facto, hoje perfeitamente averiguado, ainda não recebeu explicação satisfactoria.

As erupções siluricas acham-se representadas por diabases, dioritos, granitos e rochas analogas.

4. SYSTEMA DEVONICO. É ainda á Inglaterra que pertence a honra do estabelecimento deste systema, assim como tivemos occasião de fazer notar a respeito do cambrico e do silurico; o nome de devonico foi proposto em 1839 por Murchison e Sedgwick para o complexo de camadas que na Inglaterra meridional (Devonshire e Cornwall) occupam o lugar intermediario ao silurico e ao permocarbonico. No centro e norte da Inglaterra estas camadas sam representadas por uma facies inteiramente distincta, conhecida ha muito mais tempo na litteratura scientifica por *old red sandstone* ou *arenito vermelho antigo*.

Esta mesma differença de facies reproduz-se ainda noutros payses, e a sua distribuição parece indicar, que nos fins do cyclo silurico a parte occidental e noroeste da Europa experimentou um levantamento progressivo, que ou não se fez sentir no centro e sueste, ou sentiu-se apenas numa epocha posterior; de modo que, enquanto nesta última área continuavam a formar-se sedimentos de caracter marinho, semelhantes aos do silurico, as aguas que occupavam a primeira área separavam-se em bacias mais ou menos extensas, semelhantes a grandes lagos ou mares interiores; naquella depositar-se-hiam as camadas do *devonico* typico, e nestas as do *arenito vermelho antigo*, designação que na Inglaterra se contrapõe á de *new red sandstone* ou *arenito vermelho moderno*, pertencente ao complexo de camadas que alli se seguem ás formações carboniferas.

Nos payses em que o devonico typico se acha mais perfeitamente desenvolvido notam-se neste systema tres secções, sendo as duas primeiras de caracter mais uniforme do que a superior. As rochas

camente representado na região da Inglaterra antigamente habitada pelos Silures.

preponderantes sam respectivamente arenitos, conglomerados grosseiros, grauwackes e piçarras; depois formações calcareas ordinariamente compostas de restos de coraes e conchas de moluscos, e finalmente leitos de piçarras alternando já com arenitos já com calcareas. Na outra *facies* as rochas mais abundantes sam arenitos e conglomerados de côres avermelhadas comprehendendo repetidas vezes leitos margosos.

Entre as rochas eruptivas figuram principalmente os granitos, pórfidos e diabases.

5. SYSTEMA PERMO-CARBONICO. O conjuncto de camadas, que ligam a parte superior do devonico á parte inferior do triadico, foi classificado a principio em dois systemas distinctos, a que se deu respectivamente os nomes de *carbonifero* e *permiano*; o primeiro porque é nelle que estão comprehendidos os jazigos mais vastos e mais ricos de carvão de pedra, e o segundo pelo desenvolvimento que apresenta no antigo reino de Permia, a occidente dos Uraes, hoje incorporado na Russia européa. Estes terrenos manifestam porém uma intimidade tam grande de parentesco, já sob o ponto de vista petrologico já sob o ponto de vista paleontologico, que se torna conveniente reuni-los num systema unico, apesar da espessura consideravel, que elles ás vezes chegam a abranger. Daqui veiu o dar-se ao todo o nome de *permo-carbonico*. A sua subdivisão varia mais ou menos de pays para pays, mas podemos em geral considerar nelle tres secções principaes, a saber: o *anthracifero* ou carbonifero inferior, o *hulhifero*¹ ou carbonifero superior, e finalmente o *permiano*.

O terreno permo-carbonico typico apresenta de baixo para cima: 1.º um complexo de camadas de côr mais ou menos escura, compostas exclusivamente ou quasi exclusivamente de calcareo puro ou dolomitico (*calcareo carbonifero*); 2.º conglomerados e arenitos estereis (como o *millstone grit* na Inglaterra, e o *flözleere Sandstein* na região rhenana); 3.º uma serie de camadas alternadas de arenitos e argillas com depósitos de carvão intercallados²; 4.º outra serie de conglomerados e arenitos com ou sem jazigos de carvão (*Rothliegende*); 5.º calcareos acinzentados, ordinariamente porosos ou cellulosos, e algumas vezes fetidos (*Zechstein*). O calcareo carbonifero representa uma facies marinha do carbonifero inferior; os dois grupos seguintes pertencem ao hulhifero, e os dois últimos ao permiano.

Na Westfalia e nalguns outros payses, como por exemplo em Portugal, o calcareo carbonifero acha-se substituido por um com-

¹ Os nomes *anthracifero* e *hulhifero* alludem á qualidade do carvão, que geralmente se extrahе destes terrenos; mas a regra soffre excepção nalguns payses, como por exemplo em Portugal, onde o *anthracifero* é improductivo e o *hulhifero* (181) fornece *anthracite* em vez de hulha.

² Na Inglaterra dá-se a estas formações o nome de *coal measures*.

plexo possante de camadas tambem marinhas, mas de caracter inteiramente differente, visto que sam formadas em geral de piçarras argilosas e siliciosas alternando com arenitos e verdadeiras grauwackes, e numa ou noutra parte com lageas de calcareo cinzento mais ou menos argiloso, ou leitons isolados de carvão. Apesar da pobreza relativa de restos fósseis, o caracter paleontologico proprio desta *facies* é tam analogo ao do calcareo carbonifero, que os geologos concordam em considerar as duas formações como equivalentes; os allemães deram á primeira o nome de *culm*, do lat. *culmen*, porque os seus estratos formam o tecto dos terrenos proprios da grauwacke, os quaes, como sabemos (255, 2), terminam no devonico.

As principaes rochas eruptivas do permo-carbonico sam diabases, dioritos e pórfidos correspondentes a diversos typos petrographicos.

256. Serie secundaria ou mosozoica :

1. SYSTEMA TRIADICO, OU TRIAS. A denominação deste systema¹ provém da circumstancia fortuita de haver sido primeiramente estudado na Allemanha, onde apresenta tres secções bem distinctas, devidas á interposição duma formação calcarea, marinha, o *Muschelkalk*, entre duas formações marginaes ou continentaes, o *Buntsandstein* na base, e o *Keuper*² na parte superior.

O trias aparece com a *facies* allemã não só na Allemanha propriamente dita e payses vizinhos, mas tambem a partir dahi, em áreas isoladas, para o lado occidental da Europa desde a Saxonia até ao norte da Irlanda; reaparece depois do outro lado do Atlantico, a oriente da America septentrional, e encontra-se ainda no sul da Africa. Ha porém outra *facies* mais geral, denominada alpina, por ter sido primeiro estudada nos Alpes orientaes, com um desenvolvimento consideravel em toda a região mediterranea e reconhecida tambem em muitas outras regiões, v. g., a N., E. e S. da Asia, a W. da America septentrional, no Mexico e no Perú, e até na Nova Zelandia e outras terras da Oceania. Esta *facies* é pois a que predomina na generalidade da superficie terrestre, e que porisso deve ser considerada como o typo normal do triadico; o typo allemão é verdadeiramente apenas uma *facies* local.

As differenças entre os dois typos affectam não sòmente o caracter petrographico, mas tambem o paleontologico. No typo allemão, se exceptuarmos a parte média, que é formada principalmente de calcareos com abundantes restos de conchas marinhas, as rochas predominantes sam os arenitos e as margas de côres iriadas, sobre-

¹ Do th. gr. *triad*, cf. *triás triádos*, que tem tres partes, triade.

² *Muschelkalk* significa litteralmente calcareo conchylifero; *Buntsandstein* é arenito variegado; a palavra *Keuper* deriva de *Koburg* (Coburgo), e allude ao grande desenvolvimento que offerece nesta região.

saindo os tons vermelhos e esverdeados; em muitas localidades acham-se intercalados jazigos mais ou menos importantes de sal gemma, gesso e anhydrite. No typo alpino encontram-se tambem arenitos e conglomerados, mas as rochas predominantes sam os calcareos, dolomias e margas; na parte inferior ha um grupo de camadas arenosas analogas ás do *Buntsandstein*, e a estas sobre-põem-se camadas calcareas analogas ás da base do *Muschelkalk*; mas o resto da serie é mais complicado do que no typo allemão, e não parece prestar-se a determinar ahí um limite correspondente ao que separa o *Muschelkalk* do *Keuper*. De sorte que em geral o triadico deve dividir-se apenas em duas secções, uma inferior, que na Allemanha é representada pelo *Buntsandstein*, e outra superior correspondente ao *Muschelkalk* e *Keuper*.

Entre o triadico e o juraico existe um conjuncto de camadas contendo principalmente argillas arenosas e arenitos de grão fino de formação continental, as quaes se descrevem com o nome de *formação rhetica* ou *rheciense*. Ha ainda dúvidas sobre o logar, que deve assignar-se a estas camadas, classificando-as geralmente os geologos franceses na parte inferior do juraico e os allemães na parte superior do *Keuper*.

A emissão de rochas eruptivas, que no permo-carbonico havia attingido um grau elevado de desenvolvimento, decae consideravelmente logo nos primeiros tempos da era mesozoica; na grande extensão occupada pelos terrenos secundarios em quasi toda a Europa continental e na Inglaterra apenas se têm encontrado interposições de rochas eruptivas ao sul do Tyrol e ao norte da Escossia, offerecendo em ambos estes payses o character das erupções do fim da era paleozoica.

2. SYSTEMA JURAICO. O nome deste systema foi-lhe applicado pelos geologos franceses e suissos alludindo ao grande desenvolvimento que elle apresenta nas serranias do Jura; os estratos que o compõem tinham sido classificados pelos geologos ingleses em *terreno liasico* ou *lias*¹ na parte inferior, e *terreno oolithico* ou *oolitho* na superior. A primeira designação deriva duma palavra de formação local, que na Inglaterra se applica a uma serie de camadas argillo-calcareas hoje incluídas na secção liasica; o segundo refere-se á estrutura predominante dos calcareos; mas este character está longe de ter a importancia, que se lhe attribuiu, porque não só não é constante em nenhuma das divisões destes terrenos, mas observa-se pelo contrário em calcareos e rochas ferruginosas doutras edades, quer anteriores quer posteriores ao juraico. Modernamente tende a generalizar-se a divisão do systema juraico em tres secções com os nomes propostos por Oppel, a saber: *lias*

¹ Entre nós está em uso pronunciar — *lalias* — dando ao *i* o som longo que tem em inglês.

na parte inferior, *dogger* na média, e *malm* na superior; os auctores allemães chamam-lhes respectivamente *jura* (ou *juraico*) *preto*, *pardo* e *branco*, pela côr habitual das rochas de cada uma.

O character petrographico é tam variavel de localidade para localidade, que pouco podemos aqui insistir a esse respeito, a não ser em que a maior parte dos estratos consistem em formações de alto mar, compostas principalmente de calcareos, margas e dolomias; as rochas arenosas e os conglomerados representam contudo em certos casos um papel preponderante, principalmente na base e na parte superior do systema.

As rochas eruptivas faltam completamente ou quasi completamente em toda a espessura do juraico do centro e occidente da Europa; mas em compensação parece que durante este cyclo as erupções foram frequentes e energicas nos Andes da America do sul e em certas regiões asiaticas.

3. SYSTEMA CRETAICO. Foi primeiramente estudado na bacia anglo-parisiense, que é ainda hoje uma das regiões classicas deste systema; o nome provém do papel importante, que o cré branco (em lat. *creta*) aqui representa entre os estratos, que constituem a secção superior, e a supposição de que em toda a parte elle representaria um papel igualmente importante. Esta supposição porém não se verificou, e conhecem-se até varios payses, em que este elemento falta por completo.

Em toda a serie secundaria o systema cretaico é aquelle em que o character petrographico é mais variado. Entretanto é opinião unanime, que deve ser dividido em duas secções ou grupos principaes, alguns até entendem que a melhor classificação seria em dois systemas distinctos, chamando propriamente cretaico ao superior e infracretaico ao inferior.

Os estudos que se têm feito na Europa auctorizam-nos a admittir a existencia de duas bacias cretaicas principaes, a que frequentemente se referem os livros de geologia, ambas com o maior comprimento dirigido transversalmente e situadas uma ao norte da outra; a bacia do norte comprehendia a Inglaterra, norte da França com os Payses Baixos, Dinamarca, sul da Escandinavia, Russia e a parte septentrional da Allemanha até á Siberia; a bacia do sul, muito mais consideravel do que a anterior, abrangia toda a região adjacente ao actual Mediterraneo tanto na Europa como na Africa. Esta última deveria communicar muito mais amplamente com o mar largo. Tudo nos leva além disto a admittir, que os movimentos do solo que prepararam este estado de coisas foram lentos e graduaes, exactamente como os que se observam na epocha actual; é assim provavelmente que tem succedido em todas as outras epochas geologicas. Em harmonia com esta hypothese vemos por exemplo na região alpina, bem como em parte do norte da Allemanha e do sul da Inglaterra, uma transição insensivel entre as camadas superiores do juraico e as inferiores do cretaico.

As manifestações eruptivas foram geralmente fracas em toda a Europa, como nos tempos juraicos; pelo contrario, na India e no

Chile têm-se encontrado diferentes exemplos de erupções de rochas basálticas e porfídicas, que se supõem pertencentes a este cyclo.

257. Serie terciaria ou cenozoica:

1. SYSTEMA HESSOCENICO. É o terreno terciario dos antigos auctores. O cyclo hessocenico¹ estabelece a transição das condições externas do nosso planeta, como se achavam no fim da era mesozoica, para as condições externas, que caracterizam a epocha actual. Durante estes tempos operaram-se os mais importantes movimentos do solo, de que temos conhecimento, deprimindo-se em forma de bacia porções mais ou menos consideraveis dos continentes anteriores e levantando-se grandes maciços montanhosos por toda a parte da Terra. Foi no hessocenico que, pelo menos, attingiram o seu relevo actual os Pyreneos, os Alpes, os Apenninos, os Carpathos, o Himalaya, o Atlas e a enorme cordilheira occidental da America do norte e do sul.

Os sedimentos offerecem por toda a parte um character extremamente variavel, ainda muito mais do que os cretaicos; mas a sua estrutura é relativamente frouxa e pouco coherente, apenas entre as camadas mais antigas se deparam alguns terrenos mais fortemente aggregados como os calcareos mesozoicos, as piçarras e as rochas quartzosas; o resto sam geralmente calcareos tenros, argillas, saibros e conglomerados pouco tenazes. Entre os depósitos de origem continental e marginal, que abundam neste cyclo, encontram-se importantes jazigos de lignitos, que nos revelam a riqueza e exuberancia da vegetação hessocenica. Quanto ao seu estado architectonico os estratos hessocenicos sam naturalmente os que se conservam menos deslocados e menos modificados por falhas e curvaturas; as poucas excepções a esta regra encontram-se unicamente nas proximidades das grandes cordilheiras de montanhas e nas regiões muito accidentadas.

Em muitos pontos o fundo do mar cretaico levantou-se, para formar lagos, lagoas, bahias, esteiros ou terra firme. A maior parte dos depósitos conhecidos parecem ter-se accumulado principalmente em bacias separadas e relativamente pouco extensas, ou em mares pouco profundos, de modo que com pequenas oscillações do fundo a natureza das aguas podia mudar de tempos a tempos, sendo ora salgada ora doce ou salobra. Daqui a pequena extensão da maior parte dos estratos, que é outro character das formações hessocenicas, e nos explica as grandes difficuldades, com que se lucta, para determinar a edade relativa e o synchronismo dos estratos nos differentes payses do globo, e portanto para estabelecer divisões

¹ Do gr. *hesson*, menos, inferior, e *cainós*, novo: lit. *menos novo*. Contrapõe-se a *malacenic*, de *mala*, muito + *cainós*.

taxonomicas geraes. Ha todavia um meio indirecto de chegar ao mesmo resultado, que é comparar em cada localidade a fauna dos estratos de formação maritima (que sam sempre os mais regulares) com a fauna maritima actual, que lhe fica mais proxima, e observar a percentagem das especies ainda vivas em relação á totalidade das especies conhecidas.

Baseando-se neste criterio Lyell dividiu todo o complexo dos terrenos hessocenicos em tres secções, a que de baixo para cima pôs os nomes de *eoceno*¹, *mioceno*² e *plioceno*³. No meado do seculo actual Beyrich, achando estas divisões insufficientes, introduziu uma quarta secção entre o *eoceno* e o *mioceno*, e denominou-a *oligoceno*⁴. Alguns auctores, a exemplo de Høernes, simplificam esta classificação reunindo as secções duas a duas em dois sub-systemas, a saber: *eoceno + oligoceno* = hessocenico inferior ou *paleogeneo*⁵; *mioceno + plioceno* = hessocenico superior ou *neogeneo*⁶.

A emissão de rochas eruptivas, que na Europa tinha estado quasi totalmente interrompida durante a immensidade dos tempos secundarios, renovou-se com desusada intensidade, insinuando-se por entre os estratos sedimentares enormes massas de basalto, ophito e várias outras rochas, algumas das quaes apparecem ainda entre as lavas dos modernos vulcões.

2. SYSTEMA MALACENICO. Este systema comprehende os últimos estratos da serie sedimentar, desde que a geographia physica, pelo menos no hemispherio norte, attingiu proximamente a sua feição actual. A partir desta epocha não se conhece nenhuma nova especie organica além do homem, se é que elle não existia já no plioceno ou no mioceno; mas em compensação a sciencia tem registado o desaparecimento dalgumas especies de mammiferos e a emigração doutras para as regiões arcticas ou para as montanhas mais elevadas. Estes factos concordam com outros, a que já tivemos occasião de nos referir (233), para provar que em tempos anteriores aos que vam decorrendo, mas relativamente proximos de nós, os climas do nosso hemispherio soffrêram fortissimos abaixamentos de temperatura dilatando-se extraordinariamente a grande cupula de gelos, que hoje se acham circunscriptos ás altas latitudes, e descendo tambem extraordinariamente o limite das neves perpétuas e os glaciares das montanhas.

As tendencias para o estabelecimento do regimen glacial começaram a accentuar-se já nos últimos tempos do hessocenico, mas provavelmente só muitos seculos depois é que os phenomenos

¹ Gr. *eós*, aurora, e *cainós*, novo: lit. aurora das fôrmas novas.

² Gr. *meion*, em menor quantidade, e *cainós*.

³ Gr. *pleion*, em maior quantidade, e *cainós*.

⁴ Gr. *oligos*, pouco numeroso, e *cainós*.

⁵ Gr. *palaiós*, antigo, e th. *gen*, gerar, produzir.

⁶ Gr. *néos*, novo, e th. *gen*.

puderam atingir a sua maxima intensidade. Os estudos feitos na Europa e na America revelam a existencia de dois maximos de extensão glaciaria separados por uma phase inter-glacial de clima relativamente benigno, que fez fundir uma quantidade immensa de neves e de gelo, dando logar a vastissimas inundações, de que se encontram vestigios tanto no antigo como no novo continente. O mesmo phenomeno se reproduziu depois da segunda phase glaciaria, cuja acção se estendeu já a uma área muito mais restricta do que a da primeira phase. Assim temos ao todo cinco phases consecutivas, que podemos denominar *pre-glacial*, *primo-glacial*, *inter-glacial*, *secundo-glacial* e *post-glacial*; o seu conjuncto constitue um periodo unico, o primeiro dos dois em que se divide o cyclo malacenicico, isto é, o *periodo plistoceno*¹ ou *diluvial*; as formações terrestres correspondentes sam commummente descriptas com o nome de *diluvium*. O segundo periodo, que tem decorrido desde o estabelecimento definitivo das condições climatericas actuaes até aos nossos dias, recebeu a designação de *periodo recente* ou *alluvial*; as formações terrestres correspondentes sam commummente descriptas com o nome de *alluvium*. Chama-se-lhes tambem algumas vezes *alluviões modernas*, reservando a qualificação de *antigas* para as que foram depositadas durante as phases *inter-glacial* e *post-glacial*.

É claro que em todo o cyclo malacenicico têm continuado, e continuam, a depositar-se sedimentos marinhos, como os que se depositaram durante os cyclos anteriores; mas enquanto a geographia physica não variar a ponto de elles serem deixados a descoberto, o estudo geologico do malacenicico terá de se restringir ás formações propriamente continentaes, a algumas estreitas faixas no littoral e ao pouco que das outras a sciencia pode colligir da observação das sondagens.

A palavra *diluvium* allude ás differentes inundações do plistoceno, que a principio se confundiam numa só e unica inundaçáo; e, como nas tradições dos povos mais antigos havia a memoria dum diluvio universal em tempos em que o homem já existia, foi aquella pretendida inundaçáo identificada com este diluvio universal.

As formações do cyclo malacenicico sam as menos coherentes da serie sedimentar, e compõem-se elementarmente de argillas, calchalho, calhaus de todas as dimensões, etc.; algumas offerecem *facies* particularmente interessantes e costumam ser descriptas nas obras de geologia com os nomes locaes, que têm nos payses, em que sam typicas: taes sam, por exemplo, o *boulder-clay*, o *till* e o *drift* na Inglaterra, o *læss* e o *lehm* na Allemanha. Na impossibilidade porém de darmos aqui uma idéa sufficientemente clara destas formações achamos mais proveitoso remetter o leitor para os tratados, que se occupam mais extensamente destas materias.

¹ Gr. *pleistos*, muitissimo, e *cainós*, novo.

VEGETAES

258. Serie paleozoica. Os mais antigos vestígios fósseis, que demonstram de modo incontestavel a existencia de seres vegetaes, pertencem ás últimas camadas do silurico inferior da America do norte. No silurico superior, tanto da America do norte como da Inglaterra e da Bohemia, têm apparecido restos duma flora terrestre constituída por cryptogamicas vasculares da classe das lycopodineas e das equisetineas, indicando nessas epochas remotissimas uma organização vegetal já bastante complicada.



Fig. 94. *Cruziana furcifera* d'Orb.
SILURICO.

Muitos investigadores têm attribuido uma origem vegetal á materia carbonosa, que se acha largamente disseminada nas rochas crystallinas do archaico; mas a hypothese harmoniza-se mal com as condições, em que essa materia carbonosa se encontra e com a sua propria disseminação, e por outro



Fig. 95. *Neurópterus flexuosa* Brg.
HULHIFERO.

lado as experiencias a que noutro lugar (154) nos referimos mostram a possibilidade duma explicação mais philosophica.

É egualmente muito problematica a authenticidade dos vestigios de plantas descobertos no systema cambrico e provisoriamente classificados nos generos *Eóphyton*, *Oldhamia*, etc. Ha contudo razões para admittir que neste cyclo, senão antes, deveriam já existir alguns seres vegetaes, embora a sua estrutura fôsse das mais rudimentares. Se assim não fôsse, como se alimentariam então os animaes, relativamente complicados, deste cyclo, sendo certo que os animaes não possuem a facultade de assimilar o carbono directamente dos compostos mineraes? Como comprehender além disso o desenvolvimento de plantas vasculares no silurico, se antes dellas não tivessem existido, talvez durante milhares de seculos, plantas de estrutura menos complicada, que lhes preparassem a evolução?

Na superficie inferior dos arenitos, que nalgumas regiões se encontram na base do silurico, tõem-se encontrado moldagens em meio relevo com o aspecto de caules deprimidos e tendo a meio um sulco longitudinal, que as divide em dois lóbos parallellos; os geologos conhecem-nas pela designação geral de *Bilobites* (fig. 94). Alguns paleontologistas, entre os quaes devemos mencionar especialmente o marquês de Saporta, attribuem-lhes uma origem vegetal e tõem classificado estes restos entre as algas marinhas; outros pelo contrário, seguindo o exemplo de Nathorst, consideram-nos como moldagens de rastos deixados pela passagem de animaes num solo vasoso, de cujo endurecimento resultou o estrato em que repousa o arenito. Sobre este assumpto o nosso distincto geologo Nery Delgado publicou em 1888 uma extensa memoria, seguida logo dum supplemento, em que descreve minuciosamente os exemplares descobertos em Portugal e, depois de criticar uma a uma as razões pro e contra cada uma das hypotheses, não hesita em se pronunciar abertamente a favor da origem vegetal.



Fig. 96. *Pecópterus dentata* Brg. HULHI-FERO.



Fig. 97. *Lepidodendron* restaurado. HULHI-FERO.

A flora do devonico é numericamente pouco importante, mas ainda assim representa progressos notáveis sobre a flora do silurico superior. Continuam a apparecer diversas fôrmas de lycopodineas e equisetineas, algumas das quaes eram já conhecidas no silurico, e além destas differentes especies de fetos e os primeiros restos, embora raros, de plantas gymnospermicas. Além destas têm tambem sido encontradas outras fôrmas vegetaes muito menos complicadas sobretudo algas marinhas.

No permo-carbonico as cryptogamicas vasculares attingem o seu maximo grau de desenvolvimento, tanto



Fig. 98. *Calamites* restaurado. HULHIFERO.



Fig. 99. *Walchia* piniformis Schl. PERMIANO.

na grandeza dos individuos como na exuberancia e densidade da vegetação. Ao mesmo tempo a classe das gymnospermicas começa a differenciar-se e a prosperar, mas faltam ainda completamente as plantas angiospermicas. Algumas fôrmas de lycopodineas, equisetineas e filicineas (fetos especialmente) offerecem dimensões arboreas, que chegam a attingir alturas de 15 a 30 metros. Segundo Brongniart, em 500 especies de plantas carboniferas contam-se 250 especies de fetos (fig. 95 e 96), 83 lycopodineas (fig. 97), 13 equisetineas (fig. 98) e 135 gymnospermicas. No permiano as lycopodineas experimentam uma redução muito consideravel, e algumas fôrmas chegam a desapparecer completamente; ao passo que as gymnospermicas (fig. 99) entram francamente em via de progredimento.

Um dos factos mais salientes da flora permo-carbonica é a sua vastissima extensão geographica até a latitudes vizinhas de 80°, por toda a parte com um caracter quasi uniforme e com um vigor extraordinario de vegetação. Isto é tanto mais notavel, quanto é certo que as plantas actuaes, que mais se approximam desta flora exuberante, se acham geralmente circunscriptas ás regiões quentes e humidas do globo, e principalmente ás costas e ilhas dos mares tropicaes e sub-tropicaes.

Daqui pretendeu-se inferir a uniformidade ou quasi uniformidade dos climas do cyclo permo-carbonico, e ao mesmo tempo a existencia na atmosphaera daquelles tempos de quantidades de CO₂ muito superiores ás da atmosphaera dos tempos actuaes. Mas os factos estão longe de auctorizarem tam arriscadas hypotheses, e pode até considerar-se demonstrado, que um pequeno excesso na percentagem actual do CO₂ atmospherico, longe de favorecer, prejudicaria o desenvolvimento dos vegetaes.

259. Serie mesozoica. Nos terrenos mais antigos desta serie a flora não é mais do que a continuação da que existia no fim da era anterior. Os grupos sam na sua generalidade os mesmos do terreno permiano, mas, enquanto aqui predominam os fetos sobre as plantas gymnospermicas, no mesozoico sam estas que principiam a prevalecer, principalmente as da familia das cycadaceas, que se tornáram typicas até ao fim do cretaico inferior; alguns paleontologistas consideram porisso esta primeira parte dos tempos secundarios como a idade das cycadaceas, assim como os tempos que decorreram do silurico superior até ao fim da era paleozoica podem ser considerados como a idade das cryptogamicas vasculares.

Nesta primeira parte do mesozoico as monocotyledoneas, pelo menos na Europa, ainda apparecem mal representadas, e faltam por completo representantes das dicotyledoneas. Conhecem-se tambem algumas especies de algas principalmente de *habitat* marinho, e além destas alguns cogumelos parasitas das gymnospermicas; faltam por encontrar exemplares das cryptogamicas cellulares do typo das muscineas.

Para completar as relações de parentesco desta flora com a do permo-carbonico, tambem aqui se nota a mesma uniformidade de caracter através das latitudes mais diversas, desde a zona torrida até ás proximidades do paralelo de 80° N. Mas daqui a poder-se concluir, como alguns pretendem, que os climas eram mais humidos e as temperaturas médias muito mais elevadas do que na epocha actual, vae uma distancia enorme, que a sciencia ainda não pode transpôr logicamente.

No cretaico superior a Natureza parece mudar inteiramente de scenario quanto á distribuição dos differentes typos vegetaes; as fôrmas até então predominantes cedem o logar a outras de organização mais perfeita e mais variada; começam a tornar-se mais frequentes as monocotyledoneas, e desenvolvem-se com uma rapidez prodigiosa as dicotyledoneas, entre as quaes figuram muitos

generos da flora actual, como as figueiras, ulmeiros, plátanos, salgueiros, choupos, heras, etc.

O apparecimento subito desta flora é um facto biologico difficil de explicar, a não ser que as plantas angiospermicas tivessem realmente existido na Europa durante os periodos anteriores em mais larga escala do que se suppõe; ou então que nas proximidades do cretaico superior se operasse algum movimento do solo, pondo em comunicação com o nosso continente outras terras, onde tivesse sido mais precoce a evolução dos últimos typos da escala vegetal.

260. Serie cenozoica. Até ao momento da invasão dos frios, que produziram a primeira phase glaciaria do malacénico, a flora continuou a manifestar o caracter, que já se havia definido no cretaico superior; o reinado das gymnospermicas findára com a primeira secção do cretaico, para dar lugar a uma flora muito mais variada e brilhante, em que predominam as dicotyledoneas associadas a uma grande diversidade de monocotyledoneas, especialmente palmeiras ou plantas analogas.

Sam certamente prematuras a maior parte das considerações, a que se aventuram geologos e paleontologos ácerca da distribuição geographica dos vegetaes e dos climas provaveis da Europa durante estas epochas remotas. Contudo é interessante observar, que no número sobremaneira restricto de localidades, onde se tem podido estudar minuciosamente a flora eocena, os exemplares encontrados, a principio analogos aos que hoje povoam as regiões temperadas do hemispherio norte, passam em breve a assumir o aspecto dos que se encontram nas regiões tropicaes e sub-tropicaes. Na flora oligocena apparecem associados na mesma localidade vegetaes de *facies* meridional e vegetaes de *facies* temperada ou septentrional; nesta flora encontram-se por exemplo palmeiras, caneleiras e camphoreiras promiscuamente com figueiras, loureiros, acacias e carvalhos.

Com o mioceno começam a deminuir as palmeiras e a abundar as arvores de folha caduca, que attingem brevemente o seu maximo de prosperidade; ao mesmo tempo accentua-se cada vez mais a tendencia de muitas especies para emigrarem para o sul ou para altitudes inferiores. No plioceno a flora offerece ainda um caracter misto, comprehendendo plantas que presentemente se acham separadas em regiões muito distantes.

Durante o plioceno os restos que se conhecem da flora do nosso hemispherio confirmam sufficientemente as idéas, que temos sobre as oscillações de temperatura, que então se produziram. Depois a vegetação começou novamente a prosperar e o conjunto da flora a assumir em cada localidade um caracter cada vez mais conforme com o da flora actual.

ANIMAES

261. Serie paleozoica. Os organismos animaes realizam a sua estreia, pelo menos na apparencia, nos estratos do systema cambrico. O conjuncto das fórmas, que ahi se exhibem, recebeu porisso a designação de *fauna primordial*; offerece por toda a parte uma uniformidade notavel de character, e comprehende umas 700 a 800 especies diferentes, de *habitat* exclusivamente marinho, mas representando já todos os grandes typos zoologicos á excepção dos vertebrados. É na verdade um factó proprio para nos encher de asombro, sobretudo se attendermos á grande complexidade de estructura revelada por muitas destas especies.

As theorias hoje universalmente admittidas sobre a evolução dos seres vivos suppõem necessariamente a existencia de faunas anteriores a esta *fauna primordial* constituidas por fórmas cada vez mais simples em estructura, até convergirem nos typos propriamente rudimentares da escala zoologica, isto é, nessas massas de protoplasma não diferenciado, sem nucleo nem membrana envolvente, que os naturalistas descrevem com o nome de *monéras*. Comprehende-se porisso o interesse, com que paleontologistas e geologos terám procurado descobrir nos sedimentos mais antigos todo e qualquer vestigio, que possa attestar a existencia de seres vivos nas epochas anteriores ao apparecimento da *fauna primordial*. Foi assim que no meio deste seculo se descobriu nos calcareos serpentinosos do laurentino do Canadá, e algum tempo depois tambem na Escossia, na Escandinavia e na Europa Central, uma especie de tuberculos ou nodosidades divididas interiormente em pequeninos compartimentos. Estes corpos deram então origem a um debate scientifico dos mais singulares: dum lado os paleontologistas e os geologos, convencidos de que elles eram verdadeiros fósseis animaes, ana-

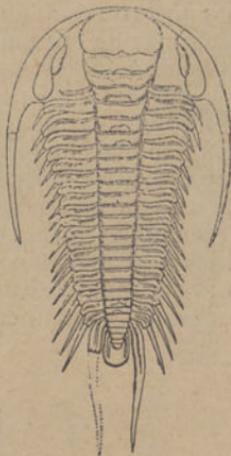


Fig. 100. *Paradoxides Bohemicus* Barr. CAMBRICO.



Fig. 101. *Orthosperptilio* Sow. SILURIRO.

logos pela sua estrutura aos foraminiferos, classificáram-nos nesta conformidade creando para elles um genero novo, que designáram pelo nome de *Eozoon*¹ ou *animal-aurora*; ao passo que os petrologistas e os metallologistas pretendem por outro lado demonstrar, que os corpos em questão fóram simplesmente um resultado de acções physico-chymicas, sem intervenção de phenomenos vitaes. É esta hoje a opinião mais geralmente seguida, posto que não falem auctoridades, como Gaudry, Nicholson, Carpenter, Sterry Hunt e outros, que dam preferencia á hypothese da origem animal do *Eozoon*. A questão deve pois considerar-se por ora como não resolvida.

As faunas da era paleozoica tornam-se notaveis sobretudo pela preponderancia dos brachiopodes, e duma ordem de crustaceos, a que os paleontologistas deram o nome de trilobites, bem como de certas fórmãs extinctas de cephalopodes e de variadas especies de peixes ganoides heterocércos, isto é, com a barbatana caudal asymetrica relativamente ao eixo da columna vertebral.

Segundo a maior parte dos naturalistas a posição taxonomica dos brachiopodes (fig. 101 e 106) não pode affastar-se da dos bryozoários, qualquer que seja o grande typo ou sub-reino, em que uns e outros devam ser classificados; as dúvidas provêm de que estes animaes apresentam caracteres mistos, que os relacionam já com

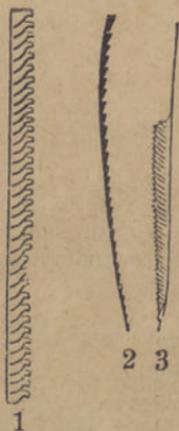


Fig. 102. 1. *Monograptus priodon* Bronn; 2. *M. Nilssoni* Barr.; 3. *M. colonus* Barr. SILURICO.



Fig. 105. *Cyrtóceras Murchisoni* Barr. SILURICO.

¹ Do gr. *eós*, aurora e *zoon*, animal.

o typo dos vermes já com o dos molluscos, onde a princípio haviam sido incluídos. Os bryozoários têm por outro lado alguns carac-

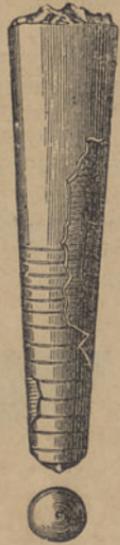
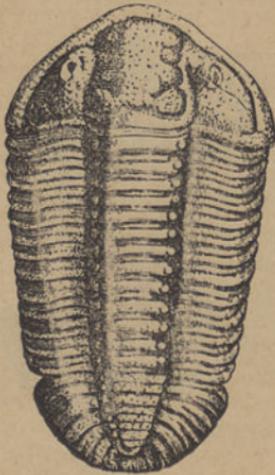


Fig. 103. 1. *Calymene Blumenbachii* Brg.; 1a. O mesmo enrolado em bola. SILURICO.

Fig. 104. *Orthoceras annulatum* Sow. SILURICO.



Fig. 107. *Gyroceras nodosum* Goldf. DEVONICO.

Fig. 109. *Goniatites (Manticoceras) intumescens* Beyr. DEVONICO.

teres de tal modo semelhantes aos coralliários, que não é raro os classificadores hesitarem sobre o logar que deve ser assignado a certas especies fósseis destes grupos.

No typo dos celenterados ha sobretudo 2 ordens, que merecem menção especial, pela importancia que os seus representantes adquirem em certas formações paleozoicas; taes sam: a ordem dos *graptolithos*¹ (fig. 102), que constituíam colonias de animaes livres, nadadores; e a ordem dos *coraes rugosos* (231), alguns dos quaes (gen. *Calcéola*, fig. 108) tinham um opérculo movel á maneira das valvas das conchas dos molluscos. Estas 2 or-

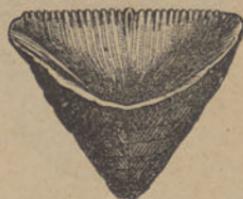
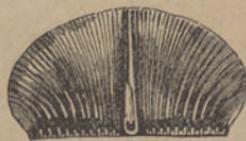


Fig. 106. *Spirifer dunensis* Kays. DEVONICO.

Fig. 108. *Calcéola sandalina* Lam. DEVONICO.

dens pertencem respectivamente ás classes *hydrozoa*² e *coralliários* ou *anthozoa*³.

Os trilobites (fig. 100 e 103) sam considerados por uns como uma ordem e por outros como uma familia da ordem dos branchiopodes, na classe dos crustaceos. O corpo, como o de todos os articulados, era formado por um certo número de anneis de estrutura semelhante, e terminava anterior e posteriormente por duas peças de maiores dimensões denominadas respectivamente *escudo cephalico* e *escudo abdominal* ou *pygidio*⁴. Algumas especies (fig. 103) tinham a faculdade de se enrolar em bóla, como é hoje vulgar nos *bichos-de-conta* ou *forneiras*. Na fauna actual os unicos animaes que se lhes assemelham, e ainda assim apenas na phase larval, sam os crustaceos do gen. *Limulus*, conhecidos tambem pelo nome de *caranguejos das Molucas*.

Os cephalopodes primarios pertencem zoologicamente á ordem

¹ *Graptós*, adj. verbal de *grápho*, escrever + *lithos*, pedra.

² De *hydro*, th. contracto de *hydor*, agua + *zóo*, pl. de *zóon*, animal.

³ *Anthos*, flór + *zóo*.

⁴ Do gr. *pygidion*, dim. de *pygé*, parte posterior do corpo de qualquer animal.

dos tetrabranchiados, de que resta apenas no Pacifico e no mar das Indias o gen. *Nautilus* com um número muito reduzido de especies; na era paleozoica foi porém representada por um número muito avultado de especies, que os paleontologistas costumam distribuir

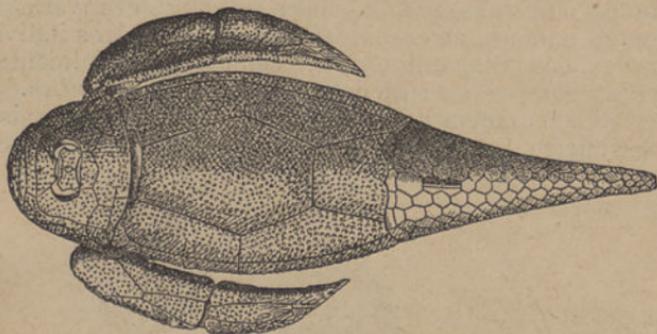


Fig. 110. *Pterichthys cornutus* Pander. DEVONICO.



Fig. 111. *Holoptychius nobilissimus* Agas. DEVONICO.

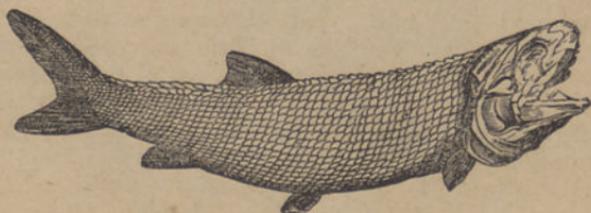


Fig. 112. *Palaeoniscus Freieslebeni* Agas. PERMIANO.

por duas sub-ordens ou grandes secções, a saber: a dos *Nautilinos* (fig. 104, 105 e 107), tendo por typo o gen. *Nautilus*, e a dos *Am-*

monitinos (fig. 109) tendo por typo o antigo gen. *Ammonites*, modernamente elevado á categoria de familia, em razão da multiplicidade de fórmãs, a que dá origem no decurso da era mesozoica. Totalmente desconhecidos ainda no cyclo cambrico, principiam a differenciar-se e a desenvolver-se logo no silurico inferior e adquirem já no devonico a preponderancia sobre todos os invertebrados marinhos. É então que se nos deparam os primeiros individuos da sub-ordem dos Ammonitinos representada principalmente pela fam. *Goniatitidae*, percursora dos verdadeiros *Ammonites*.

Os vertebrados datam a sua apparição das camadas mais modernas do silurico. Encontram-se ahi dentes parecidos aos de certos

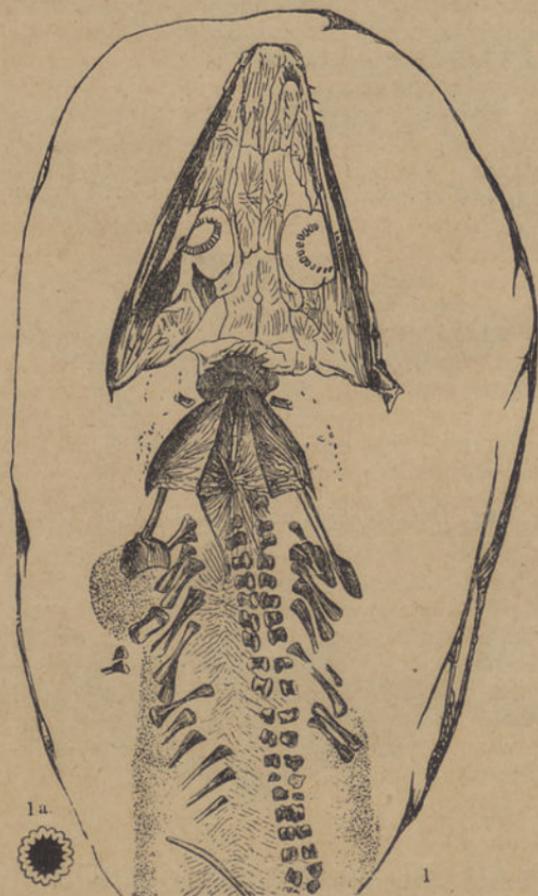


Fig. 113. *Archegosaurus Dechêni* Goldf. (*juvenis*) PERMIANO.

peixes cartilagineos dos mares actuaes e peças conicas alongadas (*ichthyodorylithos*)¹, que se suppõem ser espinhos das barbata-nas dorsaes destes mesmos peixes, como hoje podemos observar em várias especies de raias e de esqualos. Além destes viveram tambem na segunda metade da era paleozoica numerosas especies de peixes ganoides, cuja pelle era protegida por grandes placas duras (*ganoides*² *placodermes*, fig. 110) ou por escamas esmaltadas (*ganoides propriamente ditos* ou *g. escamosos*, fig. 111 e 112). O devonico marca o ponto culminante destes differentes typos de peixes.

Com o carbonifero põe-se em evidencia um novo grupo de vertebrados, os *labyrinthodontes* (fig. 113), intermediarios e progenitores das actuaes classes dos amphibios e reptís. Eram animaes de fórmas e aspectos muito diversos, assemelhando-se ora ás salamandras, ora aos lagartos, ora aos corcodilos, ora aos ophidios. O exterior offerencia talvez uma analogia mais pronunciada com os reptís; mas as suas metamorphoses e o duplo condylo occipital approximam-nos pelo contrário da classe dos verdadeiros amphibios, visto que nos reptís propriamente ditos a columna vertebral se articula com o cranio apenas por um condylo occipital.

Os verdadeiros reptís realizam a sua appareição durante o periodo permiano; mas faltam ainda os allantoideus de sangue quente, que sam as aves e os mammiferos.

262. Serie mesozoica. Zoologicamente a era mesozoica assignala-se principalmente pelo apparecimento dos primeiros restos de mammiferos, aves e peixes teleosteos³. Sam tambem caracteres importantes o desenvolvimento enorme dos *Ammonites* e fórmas vizinhas, e de molluscos dibranchiados duma familia hoje extincta (*Belemnítidae*), que devia ter muitas analogias com a fam. *Spirú-lidae* e com os actuaes gen. *Loligo* (*lula*) e *Sepia* (*siba* ou *chôco*), bem conhecidos em toda a nossa costa maritima. Além destes assignala-se no typo dos celenterados a expansão por vezes consideravel de coraes das ordens dos *alcyonarios* ou *octocorallia* e *zoantharios* ou *hexacorallia* (231), em contraposição do desaparecimento completo dos *rugosos* ou *tetracorallia*, que tinham tido grande importancia nos tempos paleozoicos; e no typo dos echinodermes o grande desenvolvimento dos *echinoides*⁴ (de que podemos tomar como exemplo os ouriços do mar), em contraposição da decadencia sensivel da classe dos *crinoides*⁵ (fig. 119),

¹ Do gr. *ichthys*, peixe + *dóry*, dardo + *lithos*, pedra.

² Do gr. *gános*, brilho, esmalte.

³ Do gr. *téleos*, completo e *ostéon*, osso: que têm ossificação completa.

⁴ Do gr. *echinos*, ouriço e *eidós*, aspecto.

⁵ Do gr. *crinon*, lirio e *eidós*.

muito florescente nas epochas anteriores, e da extincção completa dos *cystoides*¹, que parecem ter sido o tronco principal donde deriváram as outras classes dos echinodermes. Aos caracteres negativos podemos enfim accrescentar a ausencia completa dos trilobites e dos antigos peixes ganoides heterocércos.



Fig. 114. Pêgadas de *Chirotherium*. TRIADICO.

Durante a era secundaria o typo dos molluscos é aquelle que tem maior importancia geologica, o que é devido certamente ás condições, em que a Europa então se encontrava. A tranquillidade relativa do solo, e portanto a perfeita regularidade, com que pode realizar-se a evolução dos seres organizados; o desenvolvimento já atingido pelos molluscos durante a era primaria, a sua prodigiosa variedade de fórmãs e a abundancia dos seus restos fósseis, tornáram estes animaes eminentemente aptos para servirem de marcõs miliarios através da longa successão dos estratos sedimentares. A cada divisão stratigraphica corresponde quasi sempre uma especie ou um pequeno número de especies, que a caracterizam. Assim temos por exemplo as camadas da *Avicula contorta* Portl. (mollusco acephalo, fig. 120) no rheciense (256, 1), as da *Gryphæa arcuata* Lam. (m. acephalo, fig. 122) na parte inferior do lias, o calcæreo de *Pteróceras* (gen. de m. gastropodes) no malm, etc.

¹ Do gr. *cystis*, utriculo e *eidos*.

Mas ao lado destas fórmas outras houve que com ligeiras modificações persistiram durante um ou mais cylos successivos da



Fig. 115. *Gervillia socialis* Schl. TRIADICO.



Fig. 116. *Terebrátula (Cænóthyris) vulgaris* Schl. TRIADICO.

mesma ou de diferentes eras geologicas. É o caso, por exemplo, da *Gervillia socialis* Schloth. (m. acephalo, fig. 115), que se encontra em toda a espessura do triadico, e é tambem o caso doutros molluscos, como as ameijoas, ostras, mexilhões, etc., que existem vivos nos nossos mares, e já tinham representantes nos mares mesozoicos ou até nos paleozoicos. Fóra do typo dos molluscos um dos generos mais notaveis pela sua longevidade sam as *terebrátulas* (brachiopodes, fig. 116), cujas fórmas pouco têm variado desde o meado da era paleozoica até aos tempos actuaes.

Entre os acephalos um dos grupos mais singulares é o dos ru-

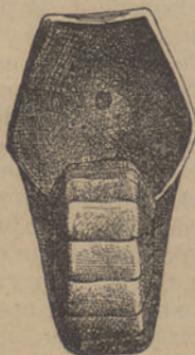


Fig. 117. *Nautilus bidorsatus* Schl. TRIADICO.

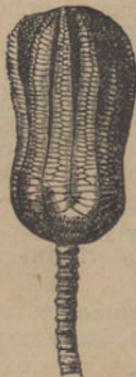


Fig. 119. *Encrinus liliiformis* Lam. TRIADICO.

distas ou *hippuritidae* (fig. 128), cuja concha se compunha de duas valvas espessas e de dimensões muito deseguaes, assemelhando-se no seu género principal (*hippurites*)¹ á cauda dum cavallo com as sedas aparadas em pincel; a superfície externa era rugosa e aspera (*rudis*). O desenvolvimento maximo desta familia corresponde ao cretaico superior, e constitue uma característica importante destes terrenos na região mediterranea.

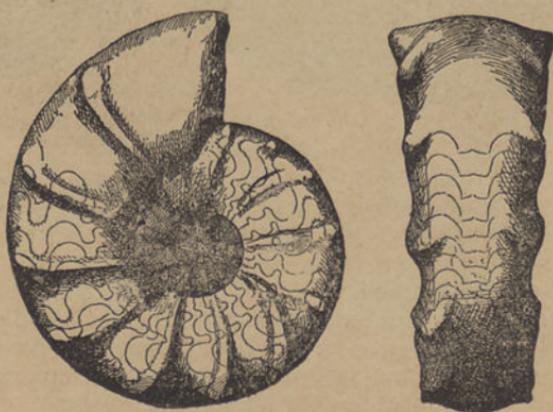


Fig. 118. *Ceratites nodosus* de Haan. TRIADICO.

Na história dos molluscos secundarios o lugar d'honra pertence incontestavelmente aos cephalopodes, e entre estes aos Ammonitinos (fig. 118, 121 e 127), que principalmente no juraico manifestáram uma exuberancia de vida e uma diversidade de fórmias,

que vam muito além do que se observa na quasi totalidade dos fósseis; as especies conhecidas calculam-se em mais de 3500, profusamente representadas e medindo algumas quasi 2^m de diametro no estado adulto! Mas parece que semelhante prosperidade foi para o typo uma verdadeira causa de definhamento; porque logo no começo do cretaico a concha manifesta uma tendencia notavel



Fig. 120. *Apicula contorta* Portl. RHECIENSE.

para se desviar da configuração, que até essa epocha havia conservado, e no fim do cyclo já nada restava desta variadissima fauna.

Os Nautilinos (fig. 117), cujo apparecimento fôra anterior ao dos

¹ Do gr. *hippos*, cavallo + *ourá*, cauda + suff. *ite*,

Ammonitinos, deviam naturalmente precedê-los no occaso; e com effeito nas epochas mais remotas do juraico a decadencia era já



Fig. 121. *Schlotheimia* (*Ammonites*) *angulata* Schl. JURAICO.



Fig. 122. *Gryphaea arcuata* Lam. JURAICO.

bastante pronunciada, a ponto de se reduzirem passado pouco tempo a um genero unico, o *Nautilus*, que, como vimos, ainda existe. A vitalidade deste genero é tambem um facto que não nos deve passar desapercibido, visto ser um dos exemplos mais notaveis de longevidade phyletica¹, e poder servir para nos mostrar, como era destituída de fundamento a velha theoria dos cataclysmos universaes (254).



Fig. 123. *Belemnites paxillosus* Schl. JURAICO.

O maximo desenvolvimento dos *Ammonitidæ* foi contemporaneo do maximo desenvolvimento dos *Belemnitidæ*, a mais antiga familia da ordem dos dibranchiados. Estes animaes formavam a principio, como os *Ammonitidæ*, um genero unico com a designação de *Belemnites*; mas a descoberta de novas fórmas, que não era possivel classificar sòmente num genero, levou os naturalistas

¹ Entende-se por esta expressão (do gr. *phylé*, tribu) a longevidade dum grupo de animaes, que supponmos descendentes dum tronco commum: o grupo é no nosso caso o gen. *Nautilus*.

á constituição da familia. Dentro do manto possuíam uma bolsa de *ferrado* e uma peça esquelética terminada posteriormente por uma

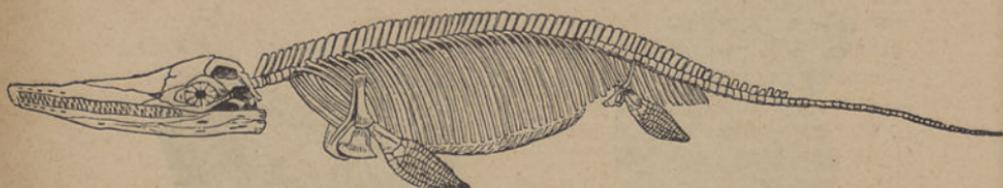


Fig. 124. *Ichthyosaurus communis* Conyb. JURAICO.

especie de esporão (*rostro*) cylindrico e aguçado (fig. 123); caracteres que os relacionam muito de perto com o *chôco* e a *lula*; mas as suas afinidades mais íntimas sam com os *Spirúlidae*, cujo principal genero (*Spirula*) habita actualmente os mares intertropicaes. Durante o cretaico o *rostro* apparece comprimido ou experimenta



Fig. 125. *Pterodactylus* restaurado. JURAICO.

outras deformações, e pode dizer-se que se extingue até ao fim dos tempos mesozoicos, porque os poucos exemplares da familia, que se têm encontrado na base do hessocenico affastam-se tanto do typo primitivo, que verdadeiramente não devem ser nella classificados. Durante muitos annos os *Belemnites* não eram conhecidos senão pelo rostro da concha ¹, mas hoje têm-se descoberto impressões, que abrangem a concha toda e até o corpo do animal com a respectiva bolsa de ferrado. Imagine-se porisso a enorme difficuldade, com que os primeiros naturalistas luctariam, quando tentassem classificá-los; entre os antigos chegaram a ser objecto de práticas supersticiosas, e ás vezes a serem empregados como artigos de culto. Outro tanto succedeu com os *Ammonites*, onde a ignorancia supersticiosa dos antigos julgou ver uma representação dos cornos do seu Jupiter Ammon, e dahi o nome, que a linguagem scientifica apropriou.



Fig. 126. Cauda de *Archæopteria*. JURAICO.

Alguns esqueletos inteiros de peixes, que têm sido encontrados em várias formações da era secundaria, mostram que os caracteres desta classe se têm ido approximando successivamente dos seus representantes actuaes; ao lado de várias especies, cujo esqueleto permanece no estado cartilagineo ou semi-cartilagineo encontram-se no meio do juraico outras especies já inteiramente ossificadas e com todos os caracteres externos dos teleosteos dos generos terciarios e actuaes.

Os labyrinthodontes (fig. 114), que eram o typo dominante dos amphio-reptis do cyclo permo-carbonico, mantêm a sua preponderancia até aos fins do cyclo triadico; as mudanças geographicas e climatericas, que então se realizaram na Europa, deviam provavelmente prejudicá-los obrigando-os a emigrar para regiões mais favoraveis e cedendo aqui o logar a outros seres. Desde essa epocha os reptis propriamente ditos principiaram a desenvolver-se mais livremente e a differenciar-se numa grande variedade de fórmãs, que davam àquella fauna um aspecto verdadeiramente phantastico em comparação com os reptis actuaes. Além dum pequeno número de especies, que podem referir-se á actual ordem dos saurios, apparecem em toda a era secundaria diferentes especies de verda-

¹ Daqui o nome *belemnites*, de *bélemnos*, dardo: lit. *pedra de dardo*,

deiros crocodylinos e chelonios, e numerosas especies de reptis marinhos (*Ichthyosaurios*, fig. 124, *Sauropterygios*, *Pythonomorphos*, etc.), terrestres (*Dinosaurios* dos gen. *Brontosaurus*, *Atlantosaurus*, *Hylaeosaurus*, *Iguánodon*, etc.), e voadores ou *Pterosaurios* (*Pterodáctylus*, *Rhamphorrhynchus*, etc.) (fig. 125) com asas membranosas semelhantes ás dos morcegos.



Fig. 127. *Cryóceras Emerici* LéV.
CRETAICO.



Fig. 128. *Hippurites cornuacčinum* Bronn.
CRETAICO.

Na classe das aves o exemplar mais remoto que se conhece é a *Archaeópteryx lithographica* v. Meyer, do calcareo lithographico de Solenhofen, na Baviera, pertencente ao juráico superior. Em 1860 descobriu-se a primeira penna e no anno seguinte um esqueleto completo com muitas pennas ainda adherentes *in situ*. O que mais surprehendeu os paleontologistas foi o grande número de pontos de semelhança entre esta ave e os reptis secundarios, sobretudo a cauda (fig. 126), que era formada de peças vertebraes distinctas, successivamente articuladas umas nas outras, como nas caudas dos reptis; nas aves actuaes esta disposição observa-se apenas no estado embryonario, e em particular em certas aves corredoras, como a *avestruz*. No cretaico tõem-se encontrado exemplares pertencentes a outros generos de aves, mas todas ellas tinham dentes, como a *Archeópteryx* e conservavam muitos caracteres dos reptis. Nota-se já ahi a divergencia do typo primitivo pelo menos em duas ordens, uma comprehendendo aves com boas disposições para o vôo (v. g. o gen. *Ichthyornis*) e a outra aves corredoras (v. g. o gen. *Hesperornis*).

Os mamíferos apparecem numa epocha muito mais remota,

como é a das últimas camadas do rheciense; no Wurtemberg e em Inglaterra estas camadas encerram dentes, que se attribuem a um marsupial, o *Microlestes antiquus* Plien., talvez taxonomicamente vizinho das *charigeyas*. Em terrenos mais modernos têm-se encontrado também alguns restos de mamíferos, mas são por ora insufficientes para definirem a ordem, e muito mais para nos darem idéa clara dos individuos; o que pode affirmar-se é que eram todos de reduzidas dimensões, e nisto seriam a antithese perfeita dos reptis da mesma idade, muitos dos quaes eram verdadeiros gigantes.

263. Serie cenozoica. Nos depósitos pertencentes a esta era nota-se a ausencia dos typos phantasticos de animaes, que caracterizavam a era anterior, e a sua substituição por outros cada vez mais conformes com os typos vivos. Na bacia mediterranea, onde continúa a manifestar-se uma *facies* marinha, as formações calcareas de *Hippurites* são substituidas por formações também calcareas e igualmente caracteristicas, que são foraminiferos dum genero (*Nummulithes*¹, fig. 129), cujas fôrmas lenticulares ou discoides fazem lembrar moedas metallicas petrificadas.



Fig. 129. *Nummulithes*. EOCENO.

Nos mares cenozoicos os brachiopodes têm perdido a sua antiga importancia, assim como os molluscos cephalopodes, que passam a representar apenas um papel muito restricto, em compensação do desenvolvimento, que então experimentam os gastropodes e os acephalos.

A classe dos reptis decae da importancia, que tinha sustentado em toda a era secundaria, e os seus representantes circunscrevem-se cada vez mais aos caracteres das ordens, em que hoje os classificamos. Aparecem pela primeira vez os ophidios propriamente ditos.

As aves perdem rapidamente os caracteres, que as approximavam dos reptis, e adquirem gradualmente os seus caracteres actuaes. Mas é sobretudo nos mamíferos que o reino animal experimenta progressos verdadeiramente extraordinarios: entre os fósseis eocenos figuram já diferentes especies de lémures e pouco depois os primeiros typos de macacos *inclusive* os anthropoides, que são conhecidos desde o meio do mioceno.

¹ Do gr. *nommos*, antiga moeda siciliana, que valia proxicamente um tostão da nossa moeda + *lithos*, pedra.

A existencia do homem sòmente se põe em evidencia no mala-cenico, onde ha provas delle ter vivido em companhia de várias especies já extinctas de mammiferos, como o mammoth (*Elephas primigenius* Blum., fig. 130), uma especie de rhinoceronte de

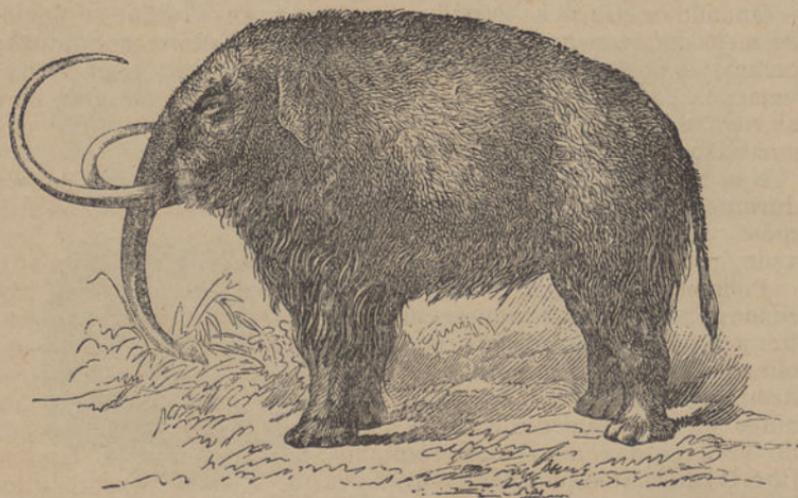


Fig. 130. *Élephas primigenius* Blum. (Mammoth) restaurado. DILUVIUM.

pêlo cerrado e comprido (*Rhinóceros tichorrhinus* Cuv.), o urso das cavernas (*Ursus spelæus* Blum.), etc.; e com outras especies, que depois emigrâram para as regiões arcticas ou para as montanhas elevadas, como a renna (*Cervus tarandus* L.), a camurça (*Antilope rupicapra* Pall.), o glotão (*Gulo luscus* Gmel. = *Ursus luscus* L.), a marmota (*Arctomys marmota* Schreb.), etc.

264. Divisões da fauna do diluvium. Como os phenomenos mais característicos do *diluvium* foram as oscillações de temperatura, que deram logar ás duas crises glaciarias e ás phases pre-, inter- e post-glaciaria, é claro que as differenças essenciaes sòmente se farám sentir sobre os continentes e na fauna, que então vivia sobre os continentes, isto é, nos mammiferos. O primeiro abaixamento forte de temperatura tornou impossivel aos animaes, que existiam no fim do hessocenico, o permanecerem por mais tempo nas nossas latitudes, e forçou-os por conseguinte a emigrarem para o sul. Simultaneamente e pelas mesmas razões alguns animaes, que até então habitavam as regiões arcticas, tiveram de procurar refúgio em regiões mais temperadas. Outro tanto deveria

ter succedido no momento da segunda invasão glaciaria. Foi provavelmente por esta occasião que emigráram para o sul algumas especies de mammiferos arcticos, como — a renna, que chegou até ás alturas da Suissa; o glotão, que chegou até ao Auvergne; o carneiro almiscarado (*Ovibos moschatus* Blainv.) e a raposa polar (*Canis lagopus* L.), que descêram pelo menos até aos Pyreneos.

Quando os climas se tornáram menos rigorosos, alguns animaes do meio dia avançáram pelo contrário para a Europa meridional e central; e por outro lado alguns animaes, que então se encontravam nos payses temperados da Europa tornáram a emigrar para as regiões circunpolares e para os cimos montanhosos: foi o que succedeu á renna, á camurça, ao glotão e á marmota.

Não resta dúvida nenhuma de que o homem habitou a Europa durante a phase interglaciaria, tendo talvez acompanhado os animaes, que vieram das latitudes mais baixas; e tambem está provado, que desde essa epocha nunca mais elle aqui deixou de existir.

Podemos pois dividir a fauna mammalogica do *diluvium* em tres edades successivas, posto que em certos casos pudessem penetrar um pouco umas nas outras, coexistindo em localidades diversas; temos assim: 1.º a idade do *Elephas antiquus* Falc., *Rhinóceros hemiteachus* Falc. e *Hippopotamus major* Cuv., com os quaes ainda não se encontráram restos humanos authenticos; 2.º a idade do mammoth e dos outros animaes companheiros do homem (263) durante a phase inter-glaciaria; 3.º a idade da renna e dos restantes animaes, que depois reemigráram para o norte e para altitudes maiores, onde ainda vivem.

265. Origem do homem. A origem simiana do homem é a hypothese que melhor se harmoniza com o estado da geologia e das sciencias biologicas na nossa epocha. O homem primitivo, tal como a razão o concebe, e parece que deve ter existido em qualquer ponto do globo, assemelhar-se-hia muito aos anthropoides, quer nas suas fórmas e estructura, quer nos seus hábitos; ninguém pretende porém sustentar, que estes animaes fóssem os nossos progenitores, mas sòmente que nós e elles descendemos dum antepassado commum, de que uns e outros divirgimos. E, se a existencia dos anthropoides foi já verificada no meio do mioceno (263), é claro que esse antepassado deve ter pertencido pelo menos ao principio do mioceno, se é que não pertenceu a um periodo anterior.

Tem-se procurado por toda a parte provas positivas, que possam confirmar esta asserção, e muitos crêem tê-las encontrado nos silices toscamente lascados, que têm sido descobertos em differentes estratos miocenos e pliocenos. Outros naturalistas, não podendo pôr em dúvida a antiguidade do terreno nem a sua integridade, recusam-se a admittir, que semelhantes silices tivessem sido lascados de propósito e por um ser intelligente. Outros enfim admittem a intencionalidade do lascado, mas em vez de o attribuirem ao homem propriamente dito attribuem-no a algum dos an-

thropoides do terciario, principalmente ao *Dryopithécus*; ou então a um antepassado do homem primitivo, ao qual G. Mortillet adaptou o nome de *Anthropopithécus*, anteriormente creado por Blainville para designar o género de anthropoides, a que pertence o chimpanzé: foi simplesmente deslocar a dificuldade, sem a resolver.

Esta questão foi já muito discutida no nosso pays a proposito dos silices descobertos por Carlos Ribeiro no mioceno do valle do Tejo, quando se celebrou em Lisboa a 6.^a reunião do Congresso internacional de anthropologia (1880). Mas, apesar dos esforços empregados pelos que defendem e pelos que combatem a realidade do homem terciario, ainda não tem sido possível chegar a uma conclusão satisfactoria a este respeito.

266. Edades prehistoricas. Quando apprehendemos o estudo retrospectivo das civilizações, que nos precederam, chega-se necessariamente a um ponto, em que se nos acabam todos os documentos escriptos, toda a recordação positiva dos factos passados: neste ponto acaba o dominio da história propriamente dita, e começa o dominio da prehistória, onde podemos ainda distinguir duas phases successivas. Na primeira resta-nos um vestigio de tradições muito longinquoas, como que disfarçadas ou desfiguradas através dum dédalo de lendas e de fabulas, que a mythologia comparada e a linguistica se propõem decifrar. Na segunda estes recursos desaparecem numa completa obscuridade, onde nenhuma outra luz pode penetrar, senão a que nos fornecem as sciencias naturaes, tomando por base o estudo material das armas, utensilios, objectos d'arte e todos os outros restos ou vestigios, que o homem deixou, de propósito ou mau grado seu, archivados no seio das formações geologicas passadas.

Os tempos prehistoricos comprehendem dois periodos fundamentaes — o hessocenoico ou terciario propriamente dito (hypothetico) e o periodo moderno, que abraça o *diluvium* e os tempos que se lhe têm seguido. Os materiaes de que o homem fabricava os seus utensilios neste segundo periodo revelam-nos duas phases distinctas da civilização, que por sua vez se subdividem produzindo ao todo quatro edades successivas, como se vê na seguinte clave:

Periodo prehistórico post-terciario.....	Phase dos metaes....	Edade do ferro.
		Edade do bronze.
	Phase da pedra	Edade neolithica ou da pedra polida.
		Edade paleolithica ou da pedra lascada.

Esta classificação foi introduzida na sciencia pelos anthropologistas dinamarqueses e escandinavos, e funda-se: 1.^o em que em

todos os payses frequentados pelos povos primitivos houve uma epocha, em que o homem ainda não sabia fazer uso dos metaes nem extrahí-los, vendo-se portanto reduzido a fabricar as suas armas e os seus utensilios de pedra, osso, chifre ou madeira; 2.º em que a descoberta do bronze parece ter sido anterior á do ferro.

Os factos vieram porém demonstrar, que esta classificação não é tam geral, como se presumia, e que a civilização de povos differentes não percorre forçosamente todos os graus, que poderia percorrer, accelerando-se umas vezes e retardando-se outras segundo as circumstancias; enquanto que, por outro lado, graus identicos de civilização podem ter correspondido em povos differentes a epochas muito diversas. Para nos convencermos disso, basta considerar que na epocha actual coexistem nas differentes partes do mundo povos em cada uma destas phases, desde a que corresponde á pedra simplesmente lascada até ao grau de adiantamento, a que se tem chegado na Europa e na America. Ora a sciencia está ainda longe de conhecer positivamente o caracter ethnologico dos habitantes de cada estação prehistórica; tudo se resume por ora num certo número de factos isolados.

Sabe-se tambem que a Europa já era habitada antes do advento dos povos orientaes, que nos trouxeram a civilização greco-romana, e que nalguns payses a civilização era já a esse tempo mais adiantada do que no-lo pretendiam insinuar os escriptores classicos, especialmente os romanos; mas as suas origens reaes samos ainda de todo desconhecidas.

APPENDICE

SYNOPSIS GEOLOGICA DO SOLO PORTUGUÊS

267. Orographia. O conjunto dos systemas montanhosos do nosso pays divide-se em tres áreas distinctas pelos leitos dos tres rios principaes, Douro, Tejo e Guadiana.

A área septentrional ou transmontana, limitada a S. pelo rio Douro, é propriamente uma continuação do maciço da Galliza. Abrange um sem número de serras e de planaltos de configurações variadissimas, e pela maior parte pouco extensas elevando-se de 600 a perto de 1500^m; mas a tendencia geral dos alinhamentos é de N. E. a S. W., assim como a direcção dos rios, que desagüam na costa do Minho, os afluentes da margem direita do Douro, e este mesmo rio na parte que serve de limite entre a provincia de Tras-os-Montes e o antigo reino de Leão.

Os relevos mais importantes sam: o maciço que se estende entre os rios Minho e Lima, do valle do Vez para a fronteira hespanhola, onde se encontram altitudes de 1000 a 1441^m; a serra do Gerez (1442^m), tambem juncto da fronteira, entre o Lima e o Cávado; a serra Cabreira (1279^m), a N. E. de Braga e Guimarães, entre o Cávado e o Tamega; as serras do Marão (1422^m), Padrella (1151^m), Mairós (1088^m) e da Corôa (1277^m), entre o Tamega e o Rabaçal, Tuella e Tua; as de Bornes (1200^m) e da Nogueira (1320^m), entre o Tua e Tuella e o Sabor, e finalmente as achadas¹ ou planaltos de Moncorvo (876^m), Lagoaça (1001^m) e Mogadouro (1008^m).

Os valles sam profundos e apertados, como o valle do Douro, e abrem-se em massas de piçarras paleozoicas ou em terrenos graniticos; os rios e ribeiras conservam geralmente um caracter torrencial.

A área central fica comprehendida entre os rios Douro e Tejo. Comprehende, como a área transmontana, um grande número de serras e planaltos sobresaíndo principalmente o grande maciço da Beira. A occidente existe, a pequena distancia, uma longa depressão do solo, dirigindo-se das proximidades de Tancos para N. alguns graus W. por Thomar até á costa maritima, entre Ovar e Aveiro.

¹ Por *achaadas* = *achanadas*, de *chão*.

Entre esta linha e o mar o terreno é relativamente pouco accidentado, visto que poucas vezes ultrapassa a cota de 100^m, a não ser na serra de Montejunto (666^m) e nas que se lhe seguem para norte e para sul, com uma direcção geral de N. N. E. a S. S. W., e da serra da S.^a da Boa Viagem (209^m), a norte da Figueira da Foz, numa direcção proximamente perpendicular. Tanto uma como a outra sam formadas de terrenos secundarios.

O maciço da Beira pode considerar-se como a expansão terminal da cordilheira Carpetana, que se desenvolve no centro da península Iberica, assim como o maciço da Galliza é a expansão terminal da cordilheira Cantabrica. Examinando a disposição das linhas de relevo e direcções de maxima resistencia dos materiaes componentes do solo, vemos reproduzir-se nesta região a direcção predominante de N. E. a S. W., que observámos na área transmontana, cruzando-se com outra direcção sensivelmente perpendicular, isto é, de N. W. a S. E. Observa-se a primeira, por exemplo, em tres cordilheiras paralelas comprehendendo successivamente as serras do Caramulo (1070^m), da Estrella (1993^m) e da Guardunha (1224^m); e a segunda, por exemplo, na serra da Lapa (906^m) na Beira Alta, e na de Penha Garcia (814^m) na Beira Baixa, a oriente de Penamacôr.

A esta última direcção subordinam-se todas as erupções graníticas do nosso pays, á excepção da serra de Sintra, as erupções dioríticas e porfidicas do Alentejo e diferentes affloramentos de terrenos paleozoicos até ao devonico *inclusive*.

A área meridional, separada do resto do pays pelo leito do Tejo, divide-se em tres partes muito distinctas pela configuração e natureza do solo: *a*) uma norte-occidental correspondente ao flanco esquerdo da bacia do Tejo e á bacia do Sado; *b*) outra central, que se estende pelo resto do Alentejo e serras do Algarve, e *c*) outra meridional, comprehendendo apenas as zonas média e baixa do Algarve.

O solo da primeira parte é em geral pouco accidentado, á excepção da serra da Arrábida (499^m), a occidente de Setubal e numa direcção paralela á de Montejunto, com que aliás mantêm estreitas relações geologicas.

A terceira parte offerece do mesmo modo uma superficie ondulada ultrapassando raras vezes a cota de 200^m, a não ser na zona média do Algarve entre os meridianos de Boliqueime e de Tavira, cuja altitude se eleva até 405^m no cerro de S. Miguel, entre o rio Val Fормoso, que banha a cidade de Faro, e a ribeira de Tronco, que termina no esteiro da Fuzeta, duas leguas a occidente de Tavira.

A parte central é de todas a mais accidentada, mas ainda assim muito menos que as duas áreas ao norte do Tejo. Destacam-se aqui tres maciços principaes, formando no seu todo um cordão montanhoso, que fecha quasi completamente do lado occidental a depressão comprehendida entre a cordilheira dos Montes de Toledo e a

da serra Morena; entre as quaes se desenvolve a maior parte do curso do Guadiana. Estes maciços sam: o do alto Alentejo ou de Portalegre; o do médio Alentejo, e o do Algarve e baixo Alentejo.

O maciço de Portalegre corre ao norte da cidade deste nome, na direcção de N. W. a S. E., abrangendo um comprimento de mais de 40 chm. Pertencem-lhe as serras de S. Mamede (1205^m), S. Julião (962^m) e Alegrete (836^m).

O maciço do médio Alentejo abrange uma área muito mais extensa, sendo separado do precedente por uma larga depressão, aproveitada pela linha férrea de léste. As suas maiores altitudes encontram-se na serra d'Ossa (649^m), a N. W. do Redondo; na serra do Monfurado (420^m), a nascente e a pequena distancia da linha do Sul e Sueste, entre as estações de Montemór e Casa Branca; e finalmente na serra do Mendro (406^m), entre as villas de Alvito e Moura. Todas estas serras sam constituídas por piçarras azoicas (255. 1), por entre as quaes emergem em diferentes pontos grandes massas de granitos, pórfidos e diabase. O solo desce abruptamente para o lado do Guadiana, que ahi corre sobre um leito fragoso no fundo dum valle estreito, que em certas passagens parece aberto artificialmente.

O maciço do Algarve e baixo Alentejo encontra-se no limite, que separa as duas provincias e a meia distancia entre a costa e o Guadiana. A W. S. W. liga-se com a serra de Monchique e em seguida com a serra do Espinhaço de Cão, que vae desde as alturas de Marmelete até aos promontorios de S. Vicente e de Sagres. A N. W. articula-se-lhe tambem uma longa corda de montes, que depois se inflecte para o norte, numa direcção parallelá á costa desde o Cercal até ás proximidades de Grandola. Para o lado do nascente o maciço divide-se num grande número de serras, que separam as aguas das ribeiras d'Oeiras, Vascão, Foupána e Odeleite, que vam desaguar na margem direita do Guadiana.

As principaes culminancias de todo este systema sam o — cerro do Mú (475^m), quasi a egual distancia do Atlantico e Guadiana, e os cerros da Foya (903^m) e Picota (755^m) na serra de Monchique. O terreno é por toda a parte constituído por piçarras acinzentadas e arenitos do carbonifero inferior, excepto na serra de Monchique, onde emerge uma rocha eruptiva, a que se deu o nome de *foyaïto* (167), alludindo ao ponto mais elevado em que se encontra.

268. Natureza do solo. A maior parte do continente português, $\frac{2}{3}$ proximamente da superficie total, é occupada por formações crystallinas do typo do granito e pelos terrenos paleozoicos. Se exceptuarmos alguns retalhos dispersos de formações terciarias d'agua doce e cretaicas, que em diferentes pontos assentam immediatamente sobre aquelles terrenos, podemos dizer que elles

occupam a totalidade da área transmontana, o planalto da Beira e a segunda das tres partes, em que dividimos a área do sul do Tejo.

Os terrenos terciarios occupam tambem uma grande extensão superficial, porque além dos retalhos mencionados e dum grande número doutros em diversas regiões da beira-mar e nas bacias de quasi todos os rios, abrangem ainda uma área muito importante nas bacias do Tejo e Sado. Ao todo pode calcular-se, que a sua área representa $\frac{2}{9}$ da superficie do pays.

Os terrenos secundarios occupam portanto uma superficie relativamente pouco extensa, e encontram-se apenas na parte sul-occidental da área de entre Douro e Tejo, na serra da Arrábida, nas proximidades de S. Thiago de Cacém, e na zona média e parte da zona baixa do Algarve.

SYSTEMA ARCHAICO. É provavelmente o que abrange uma superficie mais vasta, parecendo que se lhe devem incorporar a maior parte das formações schistosas azoicas, que abundam nos $\frac{2}{3}$ norte-orientaes do pays, e a massa enorme de granitos, que se estende por toda esta região com uma tendencia manifesta a orientar-se entre N. W. e W. N. W. Os seus limites e as suas dimensões exactas acham-se porém ainda mal determinados, assim como a sua estrutura e as suas relações architectonicas.

SYSTEMA CAMBRICO. Enquanto não estiver determinado o limite entre este systema e o anterior, é impossivel fazer uma idéa clara da sua distribuição e extensão. Ainda assim, pelo que se depreheende dos reconhecimentos feitos até aqui, os estratos cambricos devem ter occupado uma superficie vastissima, hoje consideravelmente reduzida pela erosão. O seu desenvolvimento actual é ainda muito notavel, principalmente em duas zonas atravessadas pelo alto Tejo e alto Douro, prolongando-se para occidente até a uma linha quasi recta, que podemos traçar da costa do Minho para um pouco a oriente de Constança, na margem direita do Tejo. As rochas destes terrenos sam quartzitos, piçarras e calcareos. Os unicos fósseis, que se lhe conhecem, foram recentemente descobertos pelo conselheiro Nery Delgado numa camada de tufo diabasico interestratificada em calcareos numa localidade proxima d'Elvas, e foram por este geologo classificados como uma alga.

SYSTEMA SILURICO. Acha-se muito retalhado e disperso por diferentes pontos da grande área paleozoica, sobretudo ao norte do Tejo. Ao sul deste rio o affloramento mais importante é uma larga faixa dirigida de N. W. a S. E. entre Extremoz e Barrancos. Segundo Nery Delgado, a quem se devem os principaes estudos deste systema, encontram-se nelle duas *facies* distinctas uma ao norte do Tejo, semelhante á das regiões da Europa central, e outra ao sul do Tejo, como a da Thuringia, Inglaterra e Estados Unidos. A *facies* septentrional, estudada principalmente numa faixa, que

atravessa o Mondego em Penacova, apresenta na base quartzitos com Bilobites e em seguida camadas de piçarras contendo successivamente restos das faunas do silurico inferior e superior; os calcareos só apparecem accidentalmente intercalados entre as piçarras da parte superior do silurico inferior. A *facies* meridional é quasi exclusivamente constituida por piçarras, mas comprehende tambem as duas divisões do systema.

SYSTEMA DEVONICO. Está reconhecida apenas a secção inferior, na serra de S. Julião, pertencente ao maciço de Portalegre.

SYSTEMA PERMO-CARBONICO. Sam actualmente conhecidas todas as tres secções deste systema. O anthracifero, ou carbonifero inferior, existe numa unica localidade, mas em compensação abrange ahi uma área vastissima, em que está comprehendida a parte meridional do Alentejo e toda a serra do Algarve; as suas rochas componentes consistem em piçarras, arenitos e grauwackes com muito poucos fósseis, representando uma *facies* analoga á do culm da Allemanha (255, 1). O hulhifero, ou carbonifero superior, está reconhecido em duas localidades, a saber: uma faixa estreita, que atravessa a bacia do Douro junto de Melres, encostada a uma faixa de silurico, e um pequeno affloramento no Moínho d'Ordem, proximo d'Alcacer do Sal; mas somente é productivo na primeira localidade (255, 5, nota 1.^a), onde se acham em exploração algumas concessões carboníferas. O permiano foi descoberto pelo dr. Wenceslau de Lima na serra do Bussaco (fig. 131), onde fórma um affloramento importante assente sobre terrenos paleozoicos e coberto por arenitos vermelhos do rheciense (255, 6). Na sua composição dominam de modo accentuado os conglomerados alternando com leitos de margas vermelhas arroxadas, arenitos vermelhos e variegados, e accidentalmente piçarras fossilíferas. Segundo o dr. Wenceslau de Lima estas camadas devem ser classificadas na parte inferior do rothliegende (255, 5).

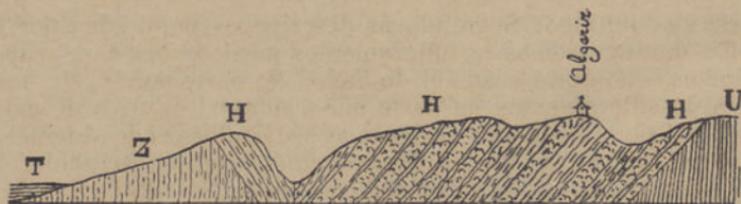


Fig. 131. Côte do permio-carbonico do Bussaco pelo valle d'Algeriz (segundo o dr. Wenceslau de Lima). Z, archaico; U, cambrico; H, permio-carbonico; T, triadico.

SYSTEMA TRIADICO. Ao norte do Tejo desenvolve-se numa direcção proxima do meridiano uma serie muito espessa de arenitos vermelhos e esverdeados, passando nalguns pontos a conglomerados mais grosseiros, e alternando noutros com leitos de margas

variiegadas. Na parte superior os arenitos começam a alternar com calcareos mais ou menos margosos, interpondo-se tambem alguns leitos d'argillias de varias côres; até que enfim os arenitos desaparecem, para dar lugar definitivamente aos calcareos.

Ao sul do Tejo encontram-se successivamente em tres localidades faixas d'arenitos semelhantes, assentando em estratificação discordante sobre as rochas paleozoicas e servindo de base aos terrenos secundarios bem caracterizados, a saber: em S. Thiago de Cacém; na Carrapateira, na costa occidental do Algarve; e em todo o comprimento desta provincia, no sopé da região montanhosa. Estas formações de arenitos, posto que offereçam uma *facies* notavelmente diversa da do norte do Tejo, foram designadas pelo dr. Choffat pelo nome commum de *arenitos de Silves* (fig. 132). A sua classificação definitiva não poude ainda conseguir-se; mas segundo todas as probabilidades o conjunto representa de baixo para cima a parte superior do triadico com o rheciense, e a transição para as formações liasicas propriamente ditas.

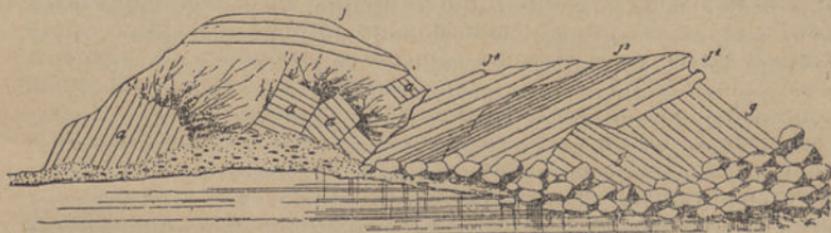


Fig. 132. Córte dos arenitos de Silves na Ponta Ruiva, na costa occidental do Algarve (segundo o dr. Choffat). Mostra a discordancia dos arenitos de Silves, *J, J¹, J², J³*, com as piçarras *a* e arenitos *g* do culm.

SYSTEMA JURAICO. Seguindo as descripções publicadas por P. Choffat distinguiremos os affloramentos juraicos em dois grupos distinctos — ao norte e ao sul do Sado. Ao norte temos: 1.º uma cadeia de affloramentos na parte sul-occidental da área de entre Douro e Tejo, extendendo-se desde as proximidades de Mogofores até ao sul de Sintra; 2.º o affloramento da serra da Arrabida. Ao sul do Sado temos: 1.º o affloramento de S. Thiago de Cacém e Sines; 2.º o affloramento da Carrapateira; 3.º os affloramentos da zona média e baixa do Algarve. Estes differentes affloramentos representam a totalidade ou quasi totalidade da serie juraica da base do lias á parte superior do malm. As *facies* differem muito dumas localidades para as outras.

É ao malm que pertence o jazigo carbonifero do cabo Mondego e os jazigos do districto de Leiria.

SYSTEMA CRETAICO. Ao norte do Sado encontra-se nas duas áreas já mencionadas para o juraico, isto é, nos districtos de Aveiro,

Coimbra, Leiria, Santarem e Lisboa, onde vae incluído o afflora-mento da serra da Arrabida. Ao sul do Sado encontra-se unica-mente no baixo Algarve, formando uma faixa descontínua desde a ponta do Zavial, a pouco mais de 5 chm. S. S. E. da Villa do Bispo, até á freguezia da Luz, a occidente de Tavira. O conhecimento que temos da estratigraphia deste terreno, da sua verdadeira extensão regional e chronologica, e das suas relações architectonicas, deve-se inteiramente aos trabalhos de Choffat. A serie é aqui menos com-pleta que no juraico, faltando em certas regiões a base, e geral-mente a parte superior. As rochas pertencem na sua generalidade aos mesmos typos que as do juraico, a saber: arenitos, calcareos, margas e argillas; as *facies* são tambem muito variadas. A transi-ção para o juraico faz-se numas partes por graus insensíveis, como em Sintra, e noutras de modo abrupto, ficando entre os dois systemas uma lacuna mais ou menos consideravel; é o que se observa por exemplo ao norte de Coimbra, onde o cretaico médio assenta directamente sobre o lias.

SYSTEMA HESSOCENICO. Comprehende o oligoceno, o mioceno e o plioceno. O oceno falta completamente, se não está represen-tado pelo manto basaltico da área de Lisboa, onde se acham inter-calados leitos de margas vermelhas com fórmas terrestres; os terrenos sobre que assenta pertencem geralmente ao cretaico. Os sedimentos hessocenicos compõem-se de areias mais ou menos finas, saibro, argillas e calcareos margosos.

O oligoceno está apenas reconhecido nos arredores de Lisboa e na vertente septentrional da serra da Arrabida. O mioceno offerece duas *facies* muito distinctas, uma d'origem marinha e outra d'origem terrestre: a primeira muito desenvolvida em diversos pontos do littoral, sobretudo nos arredores de Lisboa e Almada, e na beira-mar do Algarve; a segunda extendendo-se mais para o interior, principalmente na bacia do Tejo e em manchas dispersas sobre os terrenos paleozoicos, no centro do pays e no Alentejo. O plioceno existe em affloramentos mais ou menos extensos desde o Minho até ao Algarve, tanto na região litoral como no interior, principal-mente entre Ovar e as Caldas da Rainha, e ao sul do Tejo; a *facies* é geralmente lacustre, á excepção duma faixa estreita entre o Mondego e as Caldas, encostada aos médos da beira-mar, e bem assim ao sul de Lisboa.

Nos archipelagos dos Açores e Madeira existem egualmente formações hessocenicac (miocenas e pliocenas), cobrindo em certos pontos a rocha eruptiva, que fórma a parte fundamental do solo em todas aquellas ilhas, e servindo noutros pontos de base ás for-mações malacenicac.

SYSTEMA MALACENICO. Os depósitos deste systema encontram-se no interior das cavernas, nalguns planaltos, nos leitos dos rios e suas proximidades, e juncto da beira-mar. Ao periodo recente per-tencem propriamente os phenomenos relativos aos movimentos lentos e rapidos do solo, deslocamento dos médos das praias, asso-

riamento das partes baixas dos rios, etc. Quanto á distincção entre as alluviões antigas e modernas, o problema é sempre extremamente delicado, e em muitos casos absolutamente impossivel de resolver.

269. Para terminar esta exposição succinta do solo de Portugal, resta-nos fazer agora a resenha das rochas eruptivas; sam as seguintes:

GRANITOS DA ÁREA PALEOZOICA. Ainda não está averiguado, se o granito, que representa um papel tam preponderante nesta área, corresponde ao que noutros payses se encontra na base dos terrenos propriamente sedimentares, ou se no todo ou em parte lhe devemos attribuir uma origem eruptiva. Esta última hypothese parece-nos ser de todas a mais plausivel, pelo menos enquanto o estudo architectonico e petrologico não nos levarem a mudar de opinião. Suppondo pois que a rocha é eruptiva apenas nas localidades, em que existem signaes evidentes de metamorphismo nos estratos sedimentares a partir das superficies de contacto, podemos provisoriamente considerar como archaicos (255, 1) a maior parte dos nossos granitos, pelo menos na parte que fica para o norte do Tejo. Na parte meridional da formação granitica a composição da rocha modifica-se, e vê-se o granito propriamente dito alternando ás vezes com o syenito.

DIORITOS E PÓRFIDOS DO ALENTEJO. A carta geologica indica um pequeno número de affloramentos destas rochas ao norte do Tejo, mas todos de dimensões muito restrictas. É no Alentejo que ellas se encontram bem desenvolvidas, sobretudo numa larga faixa dirigida entre N.W. e W.N.W., sobre a qual está edificada a cidade de Beja. Os estratos atravessados por estas erupções alcançam até ás alturas do silurico.

FOYAITO. Existe apenas numa localidade, na serra de Monchique, onde emerge através das rochas schistosas do culm.

GRANITO DE SINTRA. Não obstante a composição e o aspecto serem os mesmos que os dos granitos paleozoicos, a sua idade é muitissimo mais moderna, pois que certamente fôram posteriores ás camadas mais modernas do cretaico de Portugal. Não se pode porém precisar, se a erupção se realizou ainda durante o periodo cretaico superior, ou já em pleno cyclo hessocenico.

ROCHAS DO CABO DE SINES. Consistem em syenitos, pórfidos quartziticos, porphyritos, etc. Pertencem tambem já á serie das rochas eruptivas posteriores aos mesmos terrenos secundarios, pelo menos aos juraicos.

OPHITOS. Aparecem em várias localidades da área secundaria do norte do Tejo, e além destas em S. Thiago de Cacém e no médio Algarve.

ROCHAS CRYSTALLINAS NEPHELITICAS. Ao norte do Tejo apparecem nalgumas localidades em condições semelhantes ás dos ophitos, e parecem pertencer á mesma idade geologica. Ao sul do Tejo encontram-se tambem no cabo de S. Vicente. A composição do

magma destas rochas faz transição por um lado para o foyaito e por outro para os basaltos nephelíticos.

BASALTOS. Abundam sobretudo na área de Lisboa, mas também se encontram no baixo Algarve. A sua erupção pode tam facilmente referir-se ao oligoceno inferior, como ainda ao eoceno, e segundo a opinião auctorizada de Choffat é admissivel, que ella fôsse contemporanea ou pouco posterior á das rochas crystallinas nephelíticas e dos ophitos.

INDICE

A

- Ablação, 175.
Acácias, 210.
Acções glaciarias (vestígios anti-
gos de), 170.
— hydrochymicas, 185.
Acephalos, 219, 225.
Acicular (fórma), 63.
Actinolitho, 67, 72, 98.
Adularia, 67.
Aerolithos, 9.
Ágata, 65, 86.
Agglomerados, 129.
Água, 77.
— (acção geologica), 152.
— (penetração nas profundezas
da crusta), 184.
— do mar (composição da), 148.
Águas meteoricas, 152.
— pluviaes, 152.
— profundas, 152.
— subterraneas, 152, 171.
— superficiaes, 152.
— terrestres (distribuição das),
152.
Alabastro, 105, 106, 126.
Albâtre, 105.
Albite, 91.
Alcyonarios (coraes), 175, 217.
Algas, 173, 207, 208, 209.
Aliseos, 27.
Alluvião (depósitos de), 158.
Alluviões antigas, 205.
— modernas, 205.
Alluvium, 157, 205.
Almandina (granada), 90.
Aludes, 167.
Alumen, 68, 73, 78, 106.
Amálgamas, 76.
Ambar, 78, 112.
Ameijoas, 219.
Amethysta, 85, 88.
Amianto, 63, 67, 70, 99.
Ammonites, 216, 217, 223.
Ammonitidae, 216, 221.
Ammonitinos, 215, 216, 220, 221.
Amorpho (estado), 34.
Amphibios, 217.
Amphibio-reptis, 223.
Amphibola, 98.
Analcite, 89.
Analogias e differenças entre as
acções fluvial e glaciaria, 171.
— — — entre as idéas de mineral
e rocha, 4.
Analyse dos mineraes, 72.
Anatase, 74.
Andaluzite, 100.
Anémonas do mar, 175.
Angiospermicas, 208, 210.
Anglesite, 80.
Anhydrite, 104, 201.
Animaes (distribuição chronolo-
gica dos), 211.

Anorthite, 91.
Anthozôa, 214.
 Anthracifero, 196, 199.
 Anthracite, 132.
 Anthropoides, 225, 227, 228.
 Anthropologia, 2.
Anthropopithêcus, 228.
Antilope rupicapra Pall., 226.
 Antimonatos, 77.
 Antimonio, 76.
 Antimonite, 62, 72, 77, 80, 82.
 Apatite, 67, 68, 78, 107.
 Aphanito, 121.
 Aragonite, 74, 78, 103, 108.
Archæopterix, 223, 224.
 Archaico, 196, 206, 233.
Archegosaurus Dechêni Goldf., 216.
Arctomys marmota Schreb., 226.
 Ardosia, 116, 129.
 Areias e lodo (formação), 157.
 Arenito, 130, 198, 201.
 Argilla, 126, 127, 145.
 Arsenatos, 77.
 Arsenio, 76, 77.
 Artesianos (poços), 172.
 Arvore de Diana, 59, 64.
 — de Saturno, 59, 64.
 Arvores de folha caduca, 240.
 Asbesto, 65, 98.
 Asphalto, 111.
 Assentadas, 195, 196.
 Astronomia, 1.
Atlantosaurus, 224.
 Atmosphaera, 18.
 — (acção geologica da), 149.
 Augite, 68, 99.
 Avalanches, 167.
 Aves, 217, 224, 225.
 Avestruz, 224.
Acicula contorta Portl., 218, 220.
 Azeviche, 131.

B

Bacillar (fôrma), 62.
 Banco, 136.
 Barra (sua formação), 166.
 Barro, 128.
 Baryle, 63, 68, 73, 78, 90, 104, 146.
 Basalto, 10, 95, 115, 121, 145, 204, 236, 238.

Basipinacoide, 37, 44, 45, 51, 53, 54.
 Bathographia, 15, 17.
Belemnites, 221, 223.
Belemnites paxillosus Schl., 221.
Belemnitidæ, 217, 221.
 Benzina de petroleo, 110.
 Betas, 143.
 Betumes, 109.
 Bichos-de-conta, 214.
 Bilobites, 207.
 Biotite, 93.
 Bioxydos, 77, 83.
 Bismutho, 68, 76.
 Bisulfuretos, 76, 77, 81.
 Blenda, 99.
 Bólidos, 9.
 Botanica, 2.
 Bôlo, 128, 129.
 Boracite, 78.
 Botryoide (concreção), 62.
Boulder-clay, 205.
 Brachiopodes, 212, 219, 225.
 Brachydiagonal, 49, 53.
 Brachydôma, 50, 54.
 Brachypinacoide, 51, 54.
 Brecha, 130.
 Brisas, 26.
 Brometos, 77.
Brontosaurus, 224.
 Bronzite, 72, 99.
 Brookite, 74.
 Bryozoarios, 212, 213.
Buntsandstein, 200.

C

Cabeços, 143.
Caking coal, 131.
Calamites, 208.
 Calcereo, 5, 125.
 Calcedonia, 62, 85.
Calciola sandalina Lam., 214.
 Calcinação, 102.
 Calcite, 5, 62, 66, 68, 74, 78, 90, 101, 104, 106, 108, 146.
 Calhaus (formação), 157.
Calymene Blumenbachii Brg., 213.
 Cambrico, 196, 197, 207, 211, 216, 233.
 Camphoreiras, 210.
 Camurça, 226, 227.

- Caneleiras, 210.
Canis lagopus L., 227.
 Cañones do rio Colorado, 156.
 Capillar (fôrma), 63.
 Caracteres chymicos, 72.
 — morphologicos, 35.
 — physicos, 64.
 Caranguejos das Molucas, 214.
 Carbonado, 78.
 Carbonatos, 77, 101.
 Carbonifero, 199.
 Carbonosas (rochas), 120, 130.
 Carboxylatos, 77, 78.
 Carbunculo, 89, 90.
 Çarigueyas, 225.
 Carneiro almiscarado, 227.
 Carnéola, 86.
 Cartas geologicas, 3.
 Carvalhos, 210.
 Carvão de pedra, 68, 109, 132.
 Cascalho (formação), 157.
 Cassiterite, 65, 68, 77, 83, 101, 109.
 Cataclismos (hypothese dos), 194, 221.
 Celenterados, 214, 217.
 Cellulosa (textura), 118.
 Cephalópodes, 214, 220, 225.
Ceratites nodosus de Haan, 220.
 Cerussite, 80.
Cercus tarandus L., 226.
 Ceylanite, 88.
 Chabazite, 89.
 Chalcocite, 64, 81.
 Chalcopyrite, 68, 77, 80, 81.
Charbon de pierre, 132.
 — de terre, 132.
 Cheiro dos mineraes, 73.
 Chelonios, 224.
 Chiasolitho, 100, 101.
 Chimpanzé, 228.
Chirotherium, 218.
 Chloretos, 77.
 Chlorinos, 77, 78.
 Chlorite, 66, 94, 126.
 Chóco, 217, 222.
 Choupos, 210.
 Chumbo, 68, 80.
 Chromite, 88.
 Chrono, 196.
 Chrysolitho, 100.
 Cimento, 126.
 Cinnabrio, 68, 80.
 Cinzas vulcanicas, 177, 178, 179.
 Classificação dos mineraes, 76.
 Classificação das rochas, 119.
 — dos terrenos, 195.
 Clasticas (rochas), 120, 129.
 Climas (causas dos), 20.
 Clinochloro, 94.
 Clinodiagonal, 51.
 Clinodómas, 52.
 Clinopinacoide, 51.
 Clivagem, 4, 64.
 Cobre, 63, 66, 68, 76, 77.
 Cogumelos, 209.
 Coiro de montanha, 65.
 Colloide (estado), 34.
 Collos, 143.
 Compacta (textura), 65, 118.
 Concreções, 61.
 Conglomerados, 129.
 Coprolithos, 107.
 Cór, 70.
 Coraes, 214, 217.
 Coralliarrios, 174, 214.
Corallium rubrum Lam., 175.
 Còres accidentaes, 71.
 — proprias, 71.
 Cornalina, 86.
 Corpos celestes (equilibrio dos), 7.
 Correntes atmosphericas, 25.
 — oceanicas, 23.
 — — (effeitos das), 165.
 — de rochas eruptivas, 143.
 Cortiça de montanha, 65.
 Coryndon, 67, 87, 90.
 Cré, 126, 202.
 — de Briançon, 96.
 — de Hespanha, 96.
 Cretaico, 195, 202, 209, 210, 220, 222, 235.
 Crinoides, 217.
 Crocodilinos, 224.
 Crocodilos, 217.
 Crusta terrestre (composição geral da), 113.
 — — (constituição geral da), 134.
 — — (espessura provavel da), 13.
 Crustaceos, 212, 214.
Cruziana furcifera d'Orb., 206.
Cryóceras Emerici Lév., 224.
 Crystaes simples, 35.
 Crystal de rocha, 85.
 Crystallino (estado), 34.
 Crystallithos, 117.
 Crystallização em massa, 35.

Cubico (systema), 38, 40.
 Cubo ou hexaedro, 40.
 Culm, 200.
 Cupulas, 143,
 Cursos d'agua (classificação), 158.
 ——— (efeitos geraes), 154.
 Cycadaceas, 209.
 Cyclo, 196.
Cyrtóceras Murchisoni Barr., 212.
 Cystoides, 218.

D

Degradação, 175.
 Delta lacustre, 161.
 ——— marítimo, 166.
 Dendritica (forma), 63.
 Densidade, 67.
 ——— terrestre, 12.
 Dente de cavallo (granito), 92, 123.
 Denudação, 175.
 Desvitrificação, 117.
 Detrição, 175.
 Deuteroprisma hexagonal, 45.
 ——— tetragonal, 44.
 Deuteropyramides hexagonaes, 45.
 ——— tetragonaes, 43.
 Devonico, 196, 198, 208, 213, 214,
 215, 216, 234.
 Diábase, 95, 120, 123, 197, 198,
 199, 200.
 Diamante, 67, 74, 76, 77, 78.
 Diaphaneidade, 69.
 Diatomaceas, 173.
 Dibranchiados (molluscos), 217.
 Dichroismo, 71.
 Dicotyledoneas, 209, 210.
 Dídymos, 60.
Diluvium, 205.
 ——— (divisões da fauna do), 226.
 Dinheiro de raposa, 93.
 Dinosaurios, 224.
 Diorito, 122, 197, 200, 237.
 Diques, 143.
 Direcção dos estratos, 139.
 Discordancias (sua significação),
 141.
 Distorsões, 57.
 Divisões taxonomicas dos terre-
 nos, 194.
 Dodecaedro pentagonal, 42.
 ——— rhombico, 40.

Dogger, 195, 202.
 Dolomia, 127, 201.
 Dolomite, 103.
Drift, 205.
 Dryopithécus, 228.
Dunes, 151.
 Dureza, 66.

E

Echinodermes, 217, 218.
 Echinoides, 217.
 Edade relativa dos terrenos erup-
 tivos, 134, 193.
 ——— ——— sedimentares, 139,
 193.
 Edades prehistoricas, 228.
Egrisée, 79.
 Eixo de hemitropia, 61.
 Eixos crystallographicos, 36.
 ——— opticos, 70.
 Electro-magneticas (propriedades),
 68.
 Elementos, 76, 78.
 ——— das rochas, 114.
 ——— accessorios, 115.
 ——— accidentaes, 115.
 ——— essenciaes, 115.
 Eleolitho, 92.
Élephas antiquus Falc., 227.
E. primigenius Blum., 226.
Éncrinns úliiformis Lam., 219.
 Entrelaçada (textura), 65.
 Enxofre, 76, 77.
 Eoceno, 195, 204, 210, 225.
Eóphyton, 207.
Eozóon, 212.
 Epicentro, 188.
 Epocha, 196.
 Epsomite (sal amargo), 73, 104.
 Equisetineas, 206, 208.
 Era, 196.
 Erosão, 156, 175.
 ——— marítima, 162.
 Erraticos (penhascos), 170.
 Erupções superficiaes e profundas,
 177.
 Escalenoedros hexagonaes, 47.
 ——— tetragonaes, 45.
 Escamosa (forma), 63.
 Escavação dos valles, 154.
 Escória vulcanica, 177.

- Escudo abdominal (dos trilobites), 214.
 — cephalico (—), 214.
 Esmeralda oriental, 88.
 Esmeril, 88.
 Espatho, 90.
 — adamantino, 90.
 — calcareo, 90, 102.
 — fluor, 90.
 — d'Islandia, 35, 67, 90, 102.
 — pesado, 90, 104.
 Especie chymica, 32, 114.
 — mineral, 32, 36, 114.
 Espectral (ferro), 87.
 — (pedra), 93.
 Esphallerite, 70, 80, 99.
 Esphenoedros tetragonaes, 44.
 Espherosiderite, 62.
 Espherostilbite, 65.
 Espinellas, 77, 78, 88.
 Essencia de petroleo, 110.
 Estalactites e estalagmites, 62.
 Estauroolitho, 101.
 Esteatite, 96.
 Esteiro, 166.
 Estellar ou estrellada (fôrma), 64.
 Estilbite, 64, 65, 89, 106.
 Estratificação concordante, discordante, transgressiva, 140.
 — cruzada, diagonal, obliqua, irregular, 142.
 — regular, 139.
 Estratos sedimentares (accidentes dos), 137.
 — (coordenadas geologicas dos), 138.
 — (dimensões e fôrmas), 136.
 — (horizontalidade primitiva), 137.
 — (possança), 136.
 Estrellas cadentes, 9.
 Estrias, 57.
 Ether, 19.
 — de petroleo, 110.
- F
- Facies* das formações, 194.
Fahlers, 83.
 Falésias, 163.
 Falhas, 138.
- Fauna do *diluvium* (divisões da), 226.
 — primordial, 211.
 Faunas cenozoicas, 225.
 — mesozoicas, 217.
 — paleozoicas, 211.
 Fayalite, 95.
 Feldspatho, 4, 68, 78, 90.
 Feldspathos acidos e basicos, 91.
 Feldspathideos, 90.
 Feldspathoides, 90, 92.
 Felsitica (textura), 118.
 Felsito, 118.
 Ferro espectral, micaceo, oligisto, 87.
 — meteorico, 9, 76, 77.
 Fetos, 208, 209.
Feuerstein, 86.
 Fibrosa (textura), 65.
 Figueiras, 210.
 Filamentosa (fôrma), 63.
 Filões, 143.
 — mineraes, 146.
 Flexibilidade, 66.
 Floras cenozoicas, 210.
 — mesozoicas, 209.
 — paleozoicas, 206.
 Fluoretos, 77.
 Fluorinos, 77, 78, 108.
 Fluorite, 67, 68, 78, 90, 108, 146.
 Foliacea (fôrma), 63.
 — (textura), 65.
 Foraminiferos, 174, 212.
 Fôrma fundamental ou primitiva, 55.
 Formação (definição), 4.
 Formações endogenicas e exogenicas, 143.
 — eruptivas, 134, 142.
 — sedimentares, 135.
 Fôrmas abertas, 37.
 — accidentaes, 61.
 — agrupadas, 59, 61.
 — complexas ou compostas, 37.
 — derivadas ou secundarias, 55.
 — dimetricas, 38.
 — elementares ou simples, 37.
 — essenciaes, 61.
 — fechadas, 37.
 — hemiedricas, 39, 42, 44, 46.
 — holoedricas, 39, 40, 43, 45, 49, 52.
 — imitativas, 61.
 — individuaes, 35, 61.

- irregulares, 34.
- monometricas ou isometricas, 38.
- regulares, 34.
- tetartoedricas, 39, 48.
- trimetricas, 38.
- Fórmulas chemicas, 72.
- Forneiras, 214.
- Fósseis, 75, 173.
- (importancia dos), 136.
- Foyaito, 123, 237.
- Fractura, 64.
- Franklinite, 88.
- Fumarolas, 177, 180.
- Fusibilidade, 71.

G

- Gahnite, 88.
- Galenite, 70, 77, 79, 109.
- Ganga, 146.
- Gastropodes, 225.
- Gaz Mille, 110.
- Gelo (campos de), 167.
- (ilhas de), 167.
- Geodynamica, 5, 147.
- (fim e methodo da), 147.
- Geogenia, 115.
- Geognosia, 115.
- Geohistória, 5, 191.
- (objecto da), 191.
- Geologia (definição), 2.
- (divisão), 5.
- (relações com as outras sciencias), 1.
- comparada, 2.
- Geotectonica, 5, 134.
- Geothermico (grau), 12.
- Gervillia socialis* Schl., 219.
- Gesso, 63, 65, 66, 68, 70, 78, 104, 144, 201.
- Geysers*, 177, 182.
- Glaciares, 166.
- Glanzkohle*, 132.
- Globular (concreção), 62.
- Glotão, 226, 227.
- Gneiss, 119, 124.
- Goniatites (Manticóceras) intumescens* Beyr., 213.
- Goniatitidae*, 216.
- Goniometros, 57.
- Granada, 72, 78, 89.

- oriental, 90.
- Granítica (textura), 118.
- Granito, 4, 115, 118, 119, 123, 145, 197, 198, 199, 237.
- Granitoide (textura), 118.
- Granizo, 167.
- Granulosa (textura), 65.
- Graphite, 67, 71, 74, 76, 77, 79.
- Graptolithos, 214.
- Grauwacke*, 130, 198.
- (terreno da), 197, 200.
- Greenstone*, 122.
- Greisen*, 125.
- Grès*, 130.
- Grünstein*, 122.
- Grupamentos irregulares, 61.
- regulares, 59.
- Gryphæa arcuata* Lam., 218, 221.
- Guano, 107.
- Gulo luscus*, Gmel., 226.
- Gymnospermicas, 208, 209, 210.
- Gypse*, 105.
- Gyróceras nodosum* Goldf., 213.

H

- Harmótoma, 89.
- Hematite, 71, 77, 87.
- Hemi-crystallina (textura), 117, 118.
- Hemidômas, 52.
- Hemipyramides monoclinicas, 52.
- Hemitropias, 60.
- Heras, 210.
- Hesperornis*, 224.
- Hessocenico, 195, 203, 223, 226, 228, 236.
- Heteromorphismo, 74.
- Hexacorallia*, 175, 217.
- Hexaedro ou cubo, 40.
- Hexagonal (systema), 38, 45.
- Hexaoctaedro, 41.
- Hippopotamus major* Cuv., 227.
- Hippurites*, 220, 225.
- H. cornu-racinum* Bronn, 224.
- Hippuritidae*, 220.
- Holo-crystallina (textura), 117, 118, 119.
- Holo-hetero-crystallina (textura), 118.
- Holo-homo-crystallina (textura), 118.

Holoptychius nobilissimus Agas.,
215.

Homem (apparecimento do), 226.

— (origem do), 227.

Homeomorphismo, 73.

Homeomorphos (individuos), 59.

Hornblenda, 66, 68, 99.

Hulha, 131, 132.

Hulhifero, 196, 199, 206, 207, 208.

Huroniano, 196, 197.

Hybômatos, 144.

Hydrocarbonetos e seus productos
de oxydação, 77, 78, 109.

Hydrôgonas (rochas), 120, 125.

Hydrozoa, 214.

Hylæosaurus, 224.

Hypsographia, 15.

I

Ice-bergs, 169.

Ice-fields, 167.

Ice-floes, 167, 169.

Ice-paks, 167, 169.

Ichthyodorylithos, 217.

Ichthyornis, 224.

Ichthyosaurios, 224.

Ichthyosaurus communis Conyb.,
222.

Icositetraedro, 40.

Iguánodon, 224.

Inclinação dos estratos, 139.

Indivduaes (fórmias), 35.

Individuo mineral, 35.

Inter-glacial, 205.

Inversão dos estratos, 139.

Iodetos, 77.

Irregularidades dos crystaes, 57.

Isomorphismo, 74.

Isocistas (linhas), 188.

Itacolumito, 78.

J

Jaspe, 85.

Jazigos de sal gemma, 161.

Junturas das maças rochosas, 144.

Juraico, 195, 201, 220, 224, 235.

K

Kalinite, 106.

Kämmererite, 94.

Kaolim, 73, 96.

Kaolinização, 97.

Keuper, 200.

Kohlenblende, 132.

Kotschubeyite, 94.

L

Labradorite, 91.

Labyrinthodontes, 217, 223.

Lacunas da estratificação, 140, 193.

Lagartos, 217.

Lagos (depósitos chymicos dos),
161.

— (mares e), 160.

— e mares interiores (effeitos
dos), 161.

Lamellosa (textura), 65.

Lamprites, 76.

Lapis crucifer, 101.

Laurentino, 196, 197.

Lava vulcanica, 177.

Lawinen, 167.

Lehm, 205.

Lei da constancia dos angulos, 57.

— da racionalidade, 57.

— da sobreposição dos estratos,
139.

— da symetria, 57.

Leito, 136.

Lémures, 225.

Lenticular (fórma), 63.

Lepidodendron, 207.

Leuchtenbergite, 94.

Leucite, 68, 92.

Leucitito, 121.

Lias, 195, 201, 218.

Lignito, 112, 131, 132, 203.

Limonite, 62, 68, 71, 77, 88.

Limulus, 214.

Lithologia, 5, 113.

Læss, 205.

Lobigo, 217.

Loureiros, 210.

Lula, 217, 222.

Lustre, 70.

Lycopodineas, 206, 208.

M

Macacos, 225.
 Maças e maciços, 143.
 Maciça (textura crystallina), 119.
 Maclas, 59.
 — de contacto, 60.
 — de penetração ou cruzamentos, 60.
 Macro-crystallino (estado), 34.
 Macrodiagonal, 49, 53.
 Macrodômas, 50, 54.
 Macropinacóide, 51, 54.
 Madreporários, 175.
 Magnesite, 67, 103, 126.
 Magnetite, 68, 87, 88.
 Malacénico, 195, 210, 236.
 Malachite, 62, 104.
 Malm, 195, 202, 218.
 Mammíferos, 217, 224, 225, 226.
 Mammillar (concreção), 62.
 Mammuth, 226, 227.
 Mantos, 143.
 Mar de cárgassos, 24, 165.
 Marcassite, 81, 82.
 Mares (acção sobre as costas), 162.
 — e lagos, 160.
 Marés, 164.
 Marga, 127, 128, 201.
 Mark, 127.
 Marmore, 66, 127.
 Marmota, 226, 227.
 Marne, 127.
 Materias humicas ou ulmicas, 133.
 Médos, 151.
 Meláphyro, 95, 122.
 Mellite, 78.
 Mercurio, 68, 76, 77.
 Mergel, 127.
 Metallogia (definição), 3, 5.
 — (divisão), 34.
 — chymica, 72.
 — especial, 75.
 — geral, 35.
 — morphologica, 35.
 — physica, 64.
 Metamorphismo dos carvões, 132.
 — de contacto, 135.
 — em massa, 135.
 Meteoritos, 9.
 Mexilhões, 219.
 Mica, 4, 63, 65, 66, 68, 78, 92, 94, 126, 144.

Mica branca e — negra, 93.
 Micacea (textura), 65.
 Micaschisto, 124.
 Micro-crystallino (estado), 34.
Microlestes antiquus Plien., 225.
 Microlithos, 117.
 Micromorphites, 117.
 Millstone grit, 199.
 Mineraes carbonados, 77, 109.
 — haloides, 77, 108.
 Mineral (analogias e diferenças entre as idéas de — e rocha), 4.
 — (definição), 3.
 Mineralogia, 3.
 Minério, 146.
 — de cobre cinzento, 83.
 Mioceno, 195, 204, 210, 225, 227, 228.
 Mofettas, 177, 181.
 Molluscos, 213, 218, 219, 220, 225.
 Molybdenite, 71, 79, 80, 82.
 Monções do mar das Indias, 29.
 Monéras, 211.
 Monoclinico (systema), 38, 51.
 Monocotyledoneas, 209, 210.
Monograptus colonus Barr., 212.
M. Nilssonii Barr., 212.
M. priodon Bronn, 212
 Morcegos, 224.
 Moreias, 169.
 Morphostechias, 117.
 Moscovite ou vidro de Moscovia, 93.
 Movimentos orogenicos, 186.
 — sismicos, 186, 187.
Muschelkalk, 200.
 Muscineas, 209.
 Musgos, 174.
 Myelite, 96, 97.

N

Nacrite, 96, 97.
 Natrolitho, 72, 89.
 Natureza do solo português, 232.
 Nautilinos, 215, 220.
Nautilus, 215, 221.
N. bidorsatus Schl., 219.
 Neogeneo, 195.
 Nephelite, 92.
 Nephelito, 121.

Neurópterus flexuosa Brg., 206.
 Nevado, 168.
 Neve, 59, 152, 167.
 Neves perpétuas (limite das), 168.
New red sandstone, 198.
 Nitratos, 77.
 Nitreiras, 108.
 Nitro, 68, 73, 78, 107.
Nummulithes, 225.

O

Obliteração das formas crystallinas, 58.
 Obsidiana, 118, 123.
 Oca ou ochra, 128.
 Oceanos e continentes, 14.
 Octaedro, 40.
Octocorallia, 175, 217.
Old red sandstone, 198.
Oldhamia, 207.
 Oleo de naphtha, 110.
 Oleos pesados, 111.
 Oligoceno, 195, 204, 210.
 Oligoclase, 91.
 Olivina, 94.
 Onyx, 86.
 Oolithica (textura), 116.
 Oolithico (terreno), 201.
 Oolithos, 62, 116.
 Opala, 62, 70, 77, 86.
 Ophidios, 217, 225.
 Ophitica (textura), 118.
 Ópticas (propriedades), 69.
 Opito, 95, 118, 121, 144, 204, 237.
 Orographia de Portugal, 230.
Orthis vespertilio Sow., 211.
Orthóceras annulatum Sow., 213.
 Orthoclase, 67, 72, 91.
 Orthodiagonal, 51.
 Orthodómas, 52.
 Orthóphyro, 122.
 Orthopinacoide, 52.
 Orthorhombico (systema), 38, 49.
 Ostras, 219.
 Ouriços do mar, 217.
 Ouro, 68, 76, 81.
Ócibos moschatus Blainv., 227.
 Oxidos, 77.
 Oxysaes, 77, 89.

P

Palaeoniscus Freieslebeni Agas., 215.
 Paleogeneo, 195.
 Palmeiras, 210.
Panabase, 83.
 Papyracea (fórma), 63.
Paradozides bohemicus Barr., 211.
 Paraffina, 111.
Pecópterus dentata Brg., 207.
 Pedra calcarea, 65, 125.
 — especular, 93.
 — hume, 106.
 — iman, 68.
 — lithographica, 65, 126.
 — ollar, 96.
 — pomes, 118, 123.
 — verde, 122.
 Peixes, 212, 217, 218, 223.
 Peliticas (rochas), 130.
 Pendor dos estratos, 139.
 Penedos aborregados, 170.
 Penhascos erraticos, 170.
 Pennina, 94.
 Peridoto, 94.
 Periodo, 196.
 Permiano, 196, 199, 208, 209, 215, 216, 217.
 Permo-carbonico, 196, 199, 208, 209, 223, 234.
 Petroleo, 68, 78, 109.
 Petrologia, 4, 5, 113.
 — especial, 119.
 — geral, 113.
 Petrosilex, 118.
 Phenomenos eruptivos, 177.
 — externos, 149.
 — — (effeitos syntheticos dos), 175.
 — geocyneticos, 186.
 — hydrothermicos, 184.
 — internos, 177.
 Pheophyceas, 173.
 Pholerite ou pholidite, 96, 97.
 Phosphatos, 77.
 Phosphorinos, 77, 78, 107.
 Phosphorite, 107.
 Photogenio (petroleo do commercio), 110.
 Physiographia, 5, 7.
 Piçarra aluminifera, 106.
 — chialtolifera, 100.

Piçarras, 116, 129, 198.
 Pinacoide, 37.
 Pisolithica, 116.
 Pisolithos, 62, 116.
 Pisos, 193, 196.
 Plagioclase, 91.
 Plano de composição, 60.
 — de hemitropia, 61.
 — de symetria, 36.
 Plátanos, 210.
 Platina, 68, 76.
 Plâtre, 105.
 Pleochroismo, 71.
 Plioceno, 195, 204, 210, 227.
 Plistoceno, 193, 203, 210.
 Plumbagina, 79.
 Polydymos, 60.
 Porphyrica ou pórfidica (textura),
 118, 122.
 Porphyrito ou porfidito, 122.
 Pórfyro ou pórfido, 118, 122, 124,
 199, 200, 237.
 Porphyroide (textura), 123.
 Post-glacial, 203.
 Prata, 63, 68, 76.
 Pre-glacial, 203.
 Primo-glacial, 203.
 Prismas, 37.
 — dihexagonaes, 45.
 — ditetragonaes, 44.
 Prochlorite, 94.
 Protoprisma hexagonal, 45.
 — monoclinico, 32.
 — orthorhombico, 30.
 — tetragonal, 44.
 — triclinico, 34.
 — trigonal, 48.
 Protopyramides hexagonaes, 45.
 — monoclinicas, 32.
 — orthorhombicas, 49.
 — tetragonaes, 43.
 — triclinicas, 33.
 — trigonaes, 46.
 Protorhombodros, 47.
 Protosulfuretos, 76, 77, 79.
 Protoxydos, 77.
 Pseudomorphismo, 74.
Pterodactylus, 222, 224.
Pterichthys cornutus Pander, 215.
 Pteróceras, 218.
 Pterosaurios, 224.
 Pudim, 130.
 Pygidio (dos trilobites), 214.
 Pyramides dihexagonaes, 45.

Pyramides ditetragonaes, 43.
 Pyrite, 68, 70, 73, 77, 81.
 — de cobre, 80.
 Pyromorphite, 80.
 Pyrôpo, 89, 90.
 Pyroxena, 98.
 Pyrrhotite, 81, 82.
 Pythonomorphos, 224.

Q

Quartzito, 83, 125.
 Quartzo, 4, 63, 67, 68, 70, 73, 77,
 84, 144, 146.

R

Racenosa (concreção), 62.
 Radiolarios, 174.
 Raposa polar, 227.
 Recente, 193, 203.
 Recuo das falesias, 163.
 Refracção, 69.
 Relação axial, 53.
 Reniforme (concreção), 62.
 Renna, 226, 227.
 Reptis, 217, 223, 224, 225.
 Resinas, 77, 111.
 Reticulada (fôrma), 61.
Rhamphorrhyncus, 224.
 Rhecense, 201, 218.
 Rhinoceronte, 226.
Rhinoceros hemitachus Falc., 227.
R. tichorrhinus Cuv., 226.
 Rhizópodes, 174.
 Rhodochromatite, 94.
 Rio (definição), 139.
 Risca, 71.
 Rocha (analogias e diferenças en-
 tre as idéas de mineral e —),
 4.
 — (definição), 4.
 Rochas (distribuição chronologi-
 ca), 196.
 — (textura e estrutura), 115.
 — do cabo de Sines, 237.
 — compostas, 115.
 — crystallinas nepheliticas,
 — eruptivas, 134, 237.
 — sedimentares, 135.

Rochas simples, 115.
Roches moutonnées, 170.
 Rotação dos ventos, 29.
Rothliegende, 199.
 Rôxo-terra, 129.
 Rubim oriental, 88.
 Rudistas, 219, 220.
 Rugosos (coraes), 175, 214, 217.
 Rutilo, 63, 64, 68, 74.

S

Sabor dos mineraes, 73.
 Saccharina (textura), 65.
 Sal gemma, 68, 73, 78, 144, 161, 201.
 Salamandras, 217.
 Salgueiros, 210.
 Salitre, 107.
 Salsas ou macalubas, 177, 182.
 Sanguinea, 129.
Sandstein, 130.
Sandstone, 130.
 Saphira branca, 87.
 — oriental, 88.
 Saraiva, 167.
 Sauros, 223.
 Sauropterygios, 224.
 Schisto-crystallina (textura), 119.
 Schistoide (textura), 116.
 Schistos, 116.
 Schistosa (textura), 116.
Schlotheimia (Am.) angulata Sch., 221.
Schörl, 101.
Schwerspath, 104.
 Secções (dos systemas estratigraphicos), 193, 196.
 — principaes (dos crystaes), 36.
 Sedimentação, 147, 148, 175.
 — (continuidade do trabalho de), 192.
 — fluvial, 158.
 — lacustre, 161.
 — maritima, 165.
 Selenatos, 77.
 Selenite, 67, 70, 106.
Sepia, 217.
 Seres organizados (acção geologica dos), 172.
 Serie crystallographica, 55.

Serie primaria ou paleozoica, 195, 196, 206, 211.
 — secundaria ou mesozoica, 195, 200, 209, 217.
 — terciaria ou cenozoica, 195, 203, 210, 225.
 Series (estratigraphicas), 195, 196.
 Serpentina, 65, 73, 95, 126, 197.
 Sesquioxydos, 77, 87.
 Sesquisulfuretos, 76, 77, 82.
 Siba, 217.
 Siderite, 68, 103.
 Silex, 86, 118.
 Silicatadas crystallinas (rochas), 120.
 Silicatos naturaes, 75, 77, 89.
 — da fórmula $[R''SiO_3]_n$, 97.
 Silices lascados, 227.
 Silicinos, 77, 78, 89.
 Silurico, 196, 197, 206, 207, 208, 211, 212, 213, 216, 233.
 Sismographos, 187.
 Sismometros, 187.
 Sismos, 187.
 Solo agricola, 3.
Sphagnum, 174.
Spirifer dunensis Kays., 214.
Spirula, 222.
Spirulida, 217, 222.
Steinkohle, 132.
Steinmark, 96, 127.
Strahlstein, 98.
 Sub-solo, 3.
 Succino, 112.
 Sulfataras, 177, 181.
 Sulfatos, 77.
 Sulfuretos, 76, 79.
 Sulfurinos, 77, 78, 104.
 Syenito, 122, 197.
 Symetria das fórmulas crystallinas, 36.
 Synchronismo dos estratos, 193.
 Synopse geologica do solo portu-
 guês, 230.
 Systemas crystallographicos, 37.
 — estratigraphicos, 195, 196.

T

Tabular (fórma), 63.
 Tactilidade, 67.

Talco, 65, 66, 67, 70, 96, 106, 126.
 Telésia, 87.
 Telluratos, 77.
 Tenacidade, 66.
 Tephrito, 121.
Terebrátula (Cænóthyris) vulgaris
 Schl., 219.
 Terebrátulas, 219.
 Terra (antiguidade da), 191.
 — (calor proprio), 41.
 — (densidade), 12.
 — (dimensões), 40.
 — (espessura da crusta), 13.
 — (fôrma), 8.
 — (origem), 8.
 — (relevo geral), 13.
 — d'Italia, 129.
 — de Lemnos, 129.
 — de Sienne, 129.
 — sigillada, 129.
 — de sombra, 129.
 Terremotos, 187.
 Terreno (definição), 4.
 — azoico, 196.
 — crystallino fundamental, 133,
 144.
 — precambrico, 196.
 — primitivo, 196.
 Terrenos eruptivos, 134, 142, 237.
 — estratificados, 135
 — (situação e estructura),
 135.
 — metamorphicos, 135.
 — sedimentares, 135.
 — de transição, 197.
 Tetartopyramides, 53.
 Tetrabranchiados (molluscos), 215.
Tetracorallia, 175, 217.
 Tetrádymos, 60.
 Tetraedrite, 68, 83.
 Tetraedro, 42.
 Tetragonal (systema), 38, 43.
 Tetrahedro, 41.
 Textura dos mineraes, 33.
 — das rochas, 116.
 Texturas irregulares, 34.
 — regulares, 34.
 Thermicas (propriedades), 71.
Till, 205.
 Tinta nova, 129.
 Topasio, 67, 68, 70, 100.
 — (falso), 85.
 — oriental, 88.
 Torrente (definição), 159.

Trachyte, 118, 123.
 Trachytoide (textura), 118.
 Traço (dos mineraes), 71.
 — horizontal, 138.
 — do pendor, 138.
 — superficial, 139.
 Tremolite, 98.
 Tremonhas, 57.
 Tremores de terra, 187.
 Triadico, 195, 200, 219, 223, 234.
 Trichroismo, 71.
 Triclinico (systema), 38, 53.
 Tridymos, 60.
 Trilobites, 212, 214, 218.
 Triocaedro, 40.
 Tripoli, 173.
 Truncaturas (methodo das), 55.
 Tufos vulcanicos, 177.
 Turfa, 130.
 Turfeiras, 131, 174.
 Turmalina, 66, 68, 101.
 Turquesa, 78.
 Typhões, 143, 144.
 Typhonicas (áreas), 144.
 Typhonicos (valles), 144.

U

Ulmeiros, 210.
 Urso das cavernas, 226.
Ursus luscus L., 226.
U. spelæus Blum., 226.

V

Valangas, 167.
 Vanadatos, 77.
 Variedade mineral, 35.
 Vegetaes (distribuição chronolo-
 gica), 206.
 Veios, 143.
 Ventos etesios, 27.
 — (rotação dos), 29.
 Vermelho d'Inglaterra, 129.
 Vermes, 213.
 Vertebrados, 216.
 Vitrea (textura), 117, 118.

Vitreo (estado), 34.
Vulcões, 177.
— (distribuição dos), 180.
— d'agua, 182.
— de lama, 182.

W

Wacke, 128, 130.
Walchia piniformis Schl., 208.

Wavellite, 78.
Wolframite, 68, 89.

Z

Zechstein, 199.
Zeolithos, 68, 78, 89.
Zinkblende, 99.
Zoantharios, 175, 217.
Zoologia, 2.



MUSEU DE GEOLOGIA
MULO DE CARVALHO

Abreviaturas dos nomes dos auctores das especies

Agas.	Agassiz (Luis).
Barr.	Barrande (Joachim).
Beyr.	Beyrich (H. E.).
Blainv.	Blainville (D. de).
Blum.	Blumenbach (J. F.).
Brg.	Brongniart (Alexandre).
Bronn.	Bronn (H. G.).
Conyb.	Conybeare (W. D.).
Cuv.	Cuvier (Georges).
Falc.	Falconer (Hugh).
Gmel.	Gmelin (J. F.).
Goldf.	Goldfuss (G. A.).
de Haan.	de Haan (W.).
Kays.	Kaysers (Emanuel).
Lam.	Lamarck (J. B.).
Lév.	Léveillé (Charles).
L.	Linneus (C. de).
d'Orb.	d'Orbigny (Alcide).
Pall.	Pallas (P. S.).
Pander.	Pander (Chr. H.).
Plien.	Plieninger (W. H.).
Portl.	Portlock (J. E.).
Schl.	Schlotheim (E. F. von).
Schreb.	Schreber (J. C. D. von).
Sow.	Sowerby (James).
Sternb.	Sternberg (K. von.).

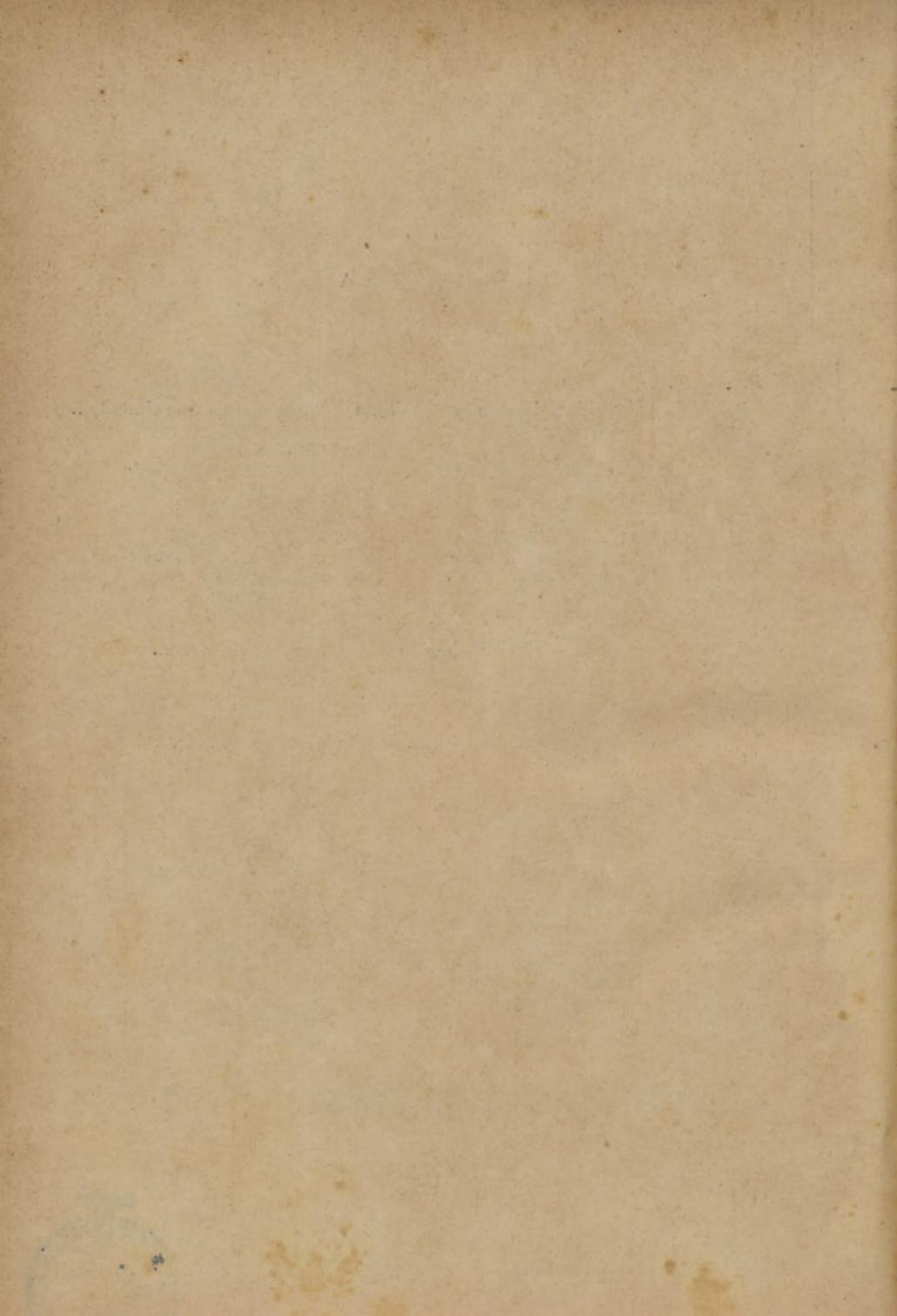


CORRIGENDA

P.	L.	Erros	Emendas
9	24	verificando-se a sua analogia	verificando-se geralmente...
14	14	constituintes	continentes
22	39	os altos vales	os altos valles
23	24	oppõem a irradiação.	oppõem á irradiação.
26	46	diminue	diminue
32	27	dicontínuas	discontínuas
57	10	<i>mesmo</i>	<i>mesmo</i>
72	29 e 30	o estudo da forma	o estudo physico
74	23	mineralogicamente	metallologicamente
75	29	mineralogica	metallologica
82	18	Mohybdenite.	Molybdenite.
85	13	crystallizados	crystallizado
86	36	faiença,	<i>faenza,</i>
87	35	o jazigo mais conhecido	o jazigo de ferro...
88	42	<i>Galmite</i>	<i>Gahnite</i>
89	23	<i>Natrolithe</i>	<i>Natrolitho</i>
91	33	diminuem	deminueem
96	20	a <i>cré</i>	o <i>cré</i>
110	10, 13 e 26	distillação... distillam... distilla	destillação... etc.
111	1	distillam	destillam
»	21	2km.	2chm.
112	9	distillação	destillação
122	2	(textura optica)	(textura ophitica)
129	6	indicam-nos	indica-nos
130	3	grãos	grãos
134	12	mais recentes	muito mais recentes
164	45	marés	marés
165	34	embocaduras	embocaduras
171	31	barreiras	barreiras
173	25	representado	representado
198	3	caracterizados	caracterizadas
200	16	mosozoica	mesozoica
206	26 e 27	<i>Neuróp-teris</i>	<i>Neuró-pteris</i>
225	22	que sam	encerrando
236	29	littoral	litoral,

N. B. A numeração das primeiras 5 páginas devia ter sido feita por algarrismos, e a p. 198 tem erradamente o numero 918.









RÓMULO



CENTRO CIÊNCIA VVA
UNIVERSIDADE COIMBRA

132965321X

