

fracção de calor perdida por condutibilidade.

Os estudos rádiogeológicos conduziram, já há alguns anos, Vernadsky, à importante concepção duma temperatura específica, para cada região do globo suficientemente individualizada do ponto de vista geológico, temperatura essa que seria função do número e da natureza dos átomos radioactivos contidos por unidade de volume.

Ora admitia-se, na geologia clássica, que a temperatura das grandes regiões terrestres resultava de duas causas primárias: a radiação solar e o contínuo arrefecimento da Terra, no curso dos tempos geológicos. Mas à medida que a reconstituição dos meios geográficos do passado se fazia, mercê dos estudos estratigráficos, ia-se verificando a não existência de qualquer prova segura desse contínuo arrefecimento. Nada indica que as condições de vida médias, à superfície do planeta, sejam actualmente muito diversas do que eram nos alvares do Paleozóico, há talvez mais de 500 milhões de anos.

Os novos horizontes rasgados pela descoberta da importância da rádioactividade, em escala mundial, obrigaram a uma profunda revisão das concepções sobre o regime térmico da Terra. A Geologia moderna tem de admitir a possibilidade de grandes diferenças térmicas entre as entidades terrestres pobres em elementos radioactivos, como as águas oceânicas e as grandes coberturas sedimentares, e as ricas naqueles elementos, como

as ossaturas de rochas cristalinas fortemente silicatadas. E, além disso, terá que prever que tais diferenças se acentuarão no decorrer dos tempos geológicos.

Excederia os limites deste pequeno artigo, referir, mesmo sumariamente, aspectos, um pouco mais particulares, do problema do calor interno terrestre, nas suas relações com a rádioactividade.

Todos os problemas rádiogeológicos constituem, de resto, ainda questões largamente debatidas, como seria de esperar, dada a índole juvenil dessa ciência que, como a Geoquímica, poderá ser incluída na categoria das «Ciências-pontes», para empregar a sugestiva denominação de P. Urbain.

BIBLIOGRAFIA SUMÁRIA

- J. BECQUEREL — *La radioactivité et les transformations des éléments*, 1924.
 F. GROUT — *Petrography and Petrology*, 1932.
 R. DALY — *Igneous rocks and depths of the Earth*, 1933.
 W. BELOUSSOFF — *Les problèmes de la Géologie et de la Géochimie de l'hélium*, 1935.
 W. VERNADSKY — *Les problèmes de la Radio-géologie*, 1935.
 A. HOLMES — *Principles of Physical Geology*, 1945.
 G. L. DAVIS — *Radium content of Ultramafic Igneous rocks*, 1947.

C. TORRE DA ASSUNÇÃO
 PROF. CATEDRÁTICO DA F. C. L.

11. QUÍMICA

FOTOGRAFIA A CORES

Os princípios em que se baseia a fotografia a cores são conhecidos há já muito tempo, mas foram os progressos realizados, nestes últimos anos, na Química dos corantes, que permitiram o recente desenvolvimento daquele ramo da fotografia.

Recorrendo ao emprego de três lanternas de projecção, podemos projectar sobre um

alvo as três cores fundamentais: vermelho, verde e azul, e ajustar as intensidades dos três feixes luminosos, de forma a obter sobre o alvo a cor branca. Fazendo variar convenientemente as intensidades de cada um daqueles feixes, é possível obter, sobre o alvo, qualquer outra cor.

Foi Clerk Maxwell quem, em 1861, pro-

vou, pela primeira vez, que era possível reproduzir qualquer cor, misturando em diversas proporções as três cores fundamentais. Para o demonstrar, tirou três fotografias do mesmo objecto, sendo uma tirada através de uma solução vermelha, outra através de uma solução verde e a terceira através de uma solução azul. A partir dos três negativos obtidos preparou três positivos, que montou sobre as placas de três lanternas de projecção e, em seguida, sobrepôs as suas imagens sobre um alvo, projectando cada imagem através da solução que tinha sido empregada para tirar a fotografia correspondente. Obteve assim, sobre o alvo, uma imagem corada do objecto.

Depois de Maxwell, vários investigadores procuraram aperfeiçoar este método aditivo. Em 1869, Louis du Hauron, no seu livro intitulado «*As cores em fotografia*», forneceu os elementos de vários processos possíveis para a fotografia a cores. Um deles consistia em recobrir um suporte transparente com três espécies de pequenos filtros, destinados às três cores fundamentais, e aplicar sobre esses filtros uma emulsão sensível às várias cores. É neste processo que se baseia a preparação das primeiras placas, para fotografia a cores, que deram resultados satisfatórios, e que foram apresentados pela Sociedade Lumière, em 1904. Estas placas, que foram denominadas *autocromos*, eram preparadas do seguinte modo: — Por meio de corantes apropriados, coravam-se de vermelho, verde e azul, pequenos grãos esféricos de amido de arroz, misturavam-se cuidadosamente esses grãos e espalhavam-se depois numa camada homogênea, sobre a superfície duma placa de vidro. Em seguida, esmagavam-se os grãos, até tomarem a forma de discos, e preenchiam-se os intervalos com negro de fumo. Sobre este revestimento passava-se então um verniz e, sobre o verniz, applicava-se a emulsão. Nas fotografias obtidas com estas placas, as cores são devidas, tal como no processo da projecção tripla, à mistura das três cores fundamentais, isto é, realiza-se uma síntese cromática aditiva.

Paralelamente a este processo aditivo, de-

envolveu-se um outro processo denominado processo subtractivo, cujo fundamento é o seguinte: sabe-se que, na Natureza, se os objectos nos aparecem corados, é porque absorvem certos componentes da luz branca, e também que, quando se subtrai à luz branca uma dada cor, se obtém uma outra cor, que se diz complementar da primeira. As cores complementares das três cores fundamentais são: azul-verde, complementar do vermelho, azul-vermelho, ou carmim, complementar do verde; e verde-vermelho, que parece amarelo, complementar do azul. Se, tal como no processo aditivo, tirarmos três fotografias do mesmo objecto, através de filtros de cor diferente: um vermelho, um verde e um azul, e se, em seguida, em vez de imprimir os três positivos correspondentes a preto e branco, os imprimirmos nas três cores complementares das cores dos filtros utilizados ao tirar os negativos respectivos, obtemos três positivos: um azul-verde, outro carmim e outro amarelo, que, sobrepostos, nos darão uma imagem corada do objecto nas cores naturais.

Este processo recebeu a designação de subtractivo, porque as cores naturais da imagem final resultam de, por absorção, se subtrair à luz branca as cores complementares das três cores fundamentais, ou seja, realiza-se, neste caso, uma síntese cromática subtractiva.

Em 1905, Karl Schinzel propôs-se simplificar este método, modificando-o de modo a que, em vez de ser necessário fazer três negativos, tirados respectivamente em luz vermelha, verde e azul, e preparar em seguida três imagens coradas sobreponíveis, se pudessem empregar logo três camadas fotosensíveis, com os filtros necessários incorporados, montadas umas sobre as outras, num único suporte. Surgiu, no entanto, a dificuldade de conseguir encontrar um método apropriado para obter a formação da imagem corada, após a exposição e a revelação das camadas sensíveis. Para resolver essa dificuldade, Schinzel propôs incorporar nas três camadas determinados corantes, destinados a servirem de filtros, e empregar em seguida as próprias

imagens argênticas para operar a redução catalítica desses corantes.

Mais tarde surgiram várias modificações do processo de Schinzel, em que os corantes eram produzidos nas próprias camadas sensíveis, durante a revelação. Descobriu-se, por exemplo, que alguns reveladores, ao mesmo tempo que revelavam a prata, se auto-oxidavam, tornando-se capazes de formar compostos corados, por combinação com outros compostos químicos, a que hoje se dá o nome de copuladores. Deste modo, tornava-se possível formar as imagens coradas ao mesmo tempo que se revelava a emulsão, podendo em seguida eliminar-se a prata por um processo ordinário de branqueamento.

Assim, o processo de Fischer, apresentado em 1912, consistia em dispôr, sobre um suporte transparente, três camadas sensíveis às três regiões fundamentais do espectro visível, pela ordem indicada no esquema da figura 1. Cada camada era constituída por uma emulsão, na qual se incorporava um corante sensibilizador apropriado e, em seguida, um copulador destinado a originar o aparecimento da cor conveniente: um copulador capaz de produzir uma cor azul-verde, na camada mais profunda, sensível ao vermelho; um copulador capaz de provocar a formação duma cor carmim, na camada média, sensível ao verde;

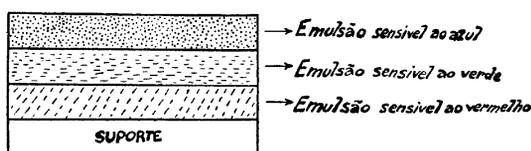


Fig. 1

e um copulador capaz de produzir uma cor amarela, na camada superficial, sensível ao azul. As primeiras experiências de aplicação deste método não resultaram, pois se verificou que os produtos químicos, empregados como sensibilizadores e como copuladores, não permaneciam totalmente nas camadas em que eram incorporados, dando-se uma migração, em maior ou menor proporção, desses produtos para as camadas vizinhas. Este facto fazia com que houvesse uma má discrimina-

ção entre as diferentes imagens coradas e que, portanto, as fotografias a cores, obtidas por este processo, não fossem boas.

Foi só depois de 1930 que, com a descoberta de inúmeros corantes capazes de serem utilizados como sensibilizadores, foi possível voltar a este processo e obter bons resultados. Estudando as propriedades dos novos corantes descobertos, encontravam-se alguns que, não só não se deslocavam facilmente na gelatina, como ainda apresentavam a propriedade de

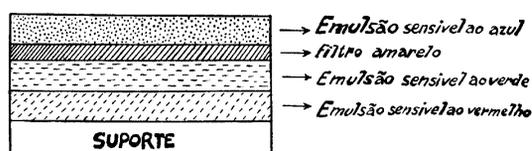


Fig. 2

se fixar por absorção ao brometo de prata, o que os tornava absolutamente indicados para serem usados como sensibilizadores, pois que, com tais corantes, já não era de recear o fenómeno da migração. Foi assim que, em 1935, apareceu o filme a cores, denominado Kodachrome, que é constituído por três emulsões fotosensíveis e um filtro amarelo, dispostos sobre um suporte de gelatina, pela ordem indicada na figura 2. Sobre o suporte de gelatina, é colocada a camada sensível ao vermelho; sobre esta, a camada sensível ao verde; depois uma camada contendo uma matéria filtrante amarela, que impede a luz azul de atingir as camadas sensíveis ao verde e ao vermelho; e, finalmente, à superfície, uma camada constituída por uma emulsão vulgar, sem sensibilizador, visto que as emulsões fotográficas ordinárias são sensíveis às cores azul e violeta. Nenhuma destas camadas contém qualquer composto capaz de produzir cores: é no momento da revelação que tais compostos são introduzidos. Após a exposição, para revelar o filme Kodachrome, começa-se por tratá-lo com um revelador ordinário, que revela os negativos a prata nas três camadas. Depois lava-se e, em seguida, expõe-se a face do filme constituída pelo suporte de gelatina a uma luz vermelha, que vai impressionar o brometo não exposto da

camada sensível mais profunda, que não tinha sido revelado durante a primeira revelação. Passa-se então o filme num banho que contém um revelador de cor e um copulador, que produzem naquela camada mais profunda um positivo azul-verde, que é uma imagem invertida em relação ao negativo inicial, visto que é devido ao brometo não exposto inicialmente e que o primeiro revelador não tinha revelado. Expõe-se depois a outra face do filme à luz azul e revela-se um positivo amarelo na camada superficial. Finalmente, revela-se o brometo de prata não exposto da camada média com um corante copulador carmim e, em seguida, elimina-se toda a prata das três camadas por meio de um banho de branqueamento.

Pouco depois do aparecimento do filme Kodachrome, a companhia alemã Agfa e, mais tarde, a companhia Ansco, conseguiram um aperfeiçoamento do processo de Fischer. A descoberta de um certo número de corantes, constituídos por grandes moléculas que só muito dificilmente poderiam atravessar a gelatina, e que podiam ser utilizados como copuladores, permitiu-lhes preparar um filme, também com três camadas fotosensíveis e um filtro amarelo, mas em que os copuladores se encontram já nas respectivas camadas, não sendo, portanto, necessário introduzi-los juntamente com os reveladores, o que simplifica muito o processo de revelação. Começa-se por tratar o filme com um revelador ordinário para preto e branco, obtendo-se um negativo que, após uma lavagem seguida duma exposição à luz branca, se trata por um revelador de cores.

Eliminando então a prata, por meio dum banho de branqueamento, tem-se um positivo nas cores naturais.

Mais tarde, apareceu um outro tipo de filme denominado Kodacolor, contendo também já os copuladores nas respectivas camadas. Mas neste caso, o filme, após a exposição, é logo tratado por um revelador de cores que se oxida e reage com os copuladores para formar corantes, de modo que, na camada profunda, se forma uma imagem azul-verde, na

camada média uma imagem carmim e na camada superficial, uma imagem amarela e, portanto, depois da eliminação da prata, pelo banho de branqueamento, obtêm-se um negativo a cores, isto é, uma imagem corada, mas em que as cores são complementares das cores do objecto. Pode-se depois passar este negativo para um papel ou um filme do mesmo tipo e obter assim uma fotografia a cores.

Tanto o processo Kodachrome, como os processos Agfacolor ou Anscocolor, conduzem a positivos e obtêm-se, portanto, transparentes nas cores naturais. É, no entanto, possível obter imagens a cores, a partir destes transparentes, podendo para isso recorrer-se a dois processos principais: o processo *Carbro* e o processo da *transferência da cor*, ou processo de *imbibição*.

No processo Carbro, preparam-se, em primeiro lugar, a partir dos transparentes a cores, negativos a cores complementares e, depois, com estes negativos, preparam-se provas de brometo, que servem em seguida para fazer provas coloridas (em azul-verde, carmim e amarelo) em camadas de gelatina contendo pigmentos corados. Sobre põem-se então as três camadas de gelatina colorida e obtêm-se uma única imagem.

No processo da transferência de cores, tiram-se três negativos separados (através da face de gelatina do transparente a cores) sobre filmes recobertos duma emulsão lenta ordinária tinta em amarelo, e desprovida de endurecedor. Revelam-se as imagens com um revelador do tipo do pirogalhato alcalino, que endurece a gelatina nos pontos em que a imagem é revelada. Em seguida, elimina-se a emulsão não endurecida, por lavagem com água quente, e obtêm-se assim uma imagem em relevo (em gelatina endurecida) sobre a superfície do filme. Estas imagens em relêvo denominam-se matrizes.

Para obter uma imagem a cores, embebem-se as matrizes em soluções dos corantes apropriados. A matriz tirada a partir do negativo vermelho é embebida até à saturação na solução dum corante azul-verde, eliminando-se depois o excesso do corante, por lava-

gem com uma solução a 1 % de ácido acético. A matriz assim preparada aplica-se então contra uma folha de papel que deve conter um mordente apropriado. O corante é transferido em alguns minutos e é absorvido pelo mordente sobre o papel. Em seguida, embebe-se a matriz correspondente ao negativo separado verde num corante carmim, e transfere-se este para o papel, tendo o cuidado de fazer coincidir exactamente as duas imagens. Finalmente, transfere-se do mesmo modo a imagem amarela correspondente ao

negativo tirado em azul, obtendo-se então sobre o papel a imagem completa, nas cores naturais.

Quando se preparam provas a cores a partir de negativos a cores complementares, pode-se proceder mais rapidamente, visto não ser necessário fazer negativos separados. As matrizes podem, neste caso, preparar-se directamente a partir dos negativos a cores complementares.

MARIETA DA SILVEIRA
1.º ASSIST. DA F. C. L.

PONTOS DE EXAMES DO ENSINO MÉDIO

Exames de aptidão para frequência das licenciaturas em ciências matemáticas, ciências fisico-químicas e ciências geofísicas, preparatórios para as escolas militares e curso de engenheiros geógrafos — Outubro de 1948.

46 — Uma amostra de 0,5 g de uma liga de cobre e prata dissolveu-se em ácido azótico e a prata recuperou-se quantitativamente sob a forma de cloreto de prata, que pesou 0,6 g. Calcular as percentagens de cobre e prata na liga (Cl = 35,5; Ag = 108). R: *A composição da liga é: 90 % de prata e 10 % de cobre.*

47 — 1.º) Duas soluções de glicose e de sacarose com as concentrações, respectivamente, de 1 por cento e de 1,9 por cento, têm o mesmo abaixamento do ponto de congelação. Justifique esta afirmação. (C=12).

2.º) Escreva as fórmulas de constituição do acetileno e do etileno. Formule a reacção de adição do etileno com o cloro.

3.º) Formule o processo de preparação do ácido sulfídrico fazendo reagir o ácido clorídrico com o sulfureto ferroso.

Exames de aptidão para frequência do I. S. A. e licenciaturas em ciências geológicas e ciências biológicas — Outubro de 1948.

48 — a) Definir substância química e dar exemplos. b) Enunciar a lei das proporções definidas e dar exemplos. c) Que relação existe entre a definição de substância química e a lei das proporções definidas? d) A descoberta de isótopos invalida ou afecta a lei das proporções definidas?

49 — a) Enunciar as leis de Faraday da electrólise. b) Durante quanto tempo deverá passar uma corrente de 20 amperes, num vaso de electrólise que contém cloreto de sódio fundido, para produzir no cátodo 23 gramas de sódio metálico? Que volume de cloro se

liberta no ânodo, medido nas condições normais de pressão e temperatura? c) Escrever as equações das reacções que se passam nas regiões catódica e anódica. (Na=23). R: b) *Das expressões $m=kIt$ e $k = A/96500 n$, tira-se: $t = 1^h 20^m 25^s$.*

O volume de cloro que se liberta no ânodo, no mesmo tempo, é 11,2 l.

Exames de aptidão para frequência do I. S. T. e preparatórios para a Faculdade de Engenharia — Outubro de 1948.

50 — Numa central termo-eléctrica, que trabalha continuamente, e onde o vapor utilizado pelas turbinas que fazem mover os alternadores, é produzido em caldeiras de elevada pressão, queima-se, completamente, um carvão que contém 3 % de compostos sulfurados, sob a forma de pirite. O consumo de combustível é igual a 411 toneladas diárias. Deseja saber-se qual seria a quantidade de ácido sulfúrico que poderia preparar-se, ao fim de um ano, se aproveitássemos os fumos produzidos para a preparação deste ácido, ou a quantidade de enxofre que poderia obter-se ao fim do mesmo tempo se realizássemos a recuperação deste elemento nos fumos que a central envia, pela chaminé, para a atmosfera. Parece-lhe recomendável o aproveitamento e a recuperação indicados? (S=32; O=16; Fe=56; 11=1). R: *Poder-se-iam preparar 73×10^2 toneladas de ácido sulfúrico ou obter 24×10^2 toneladas de enxofre.*

51 — Deseja escrever-se a equação química que traduzisse a síntese incompleta do benzeno, a partir do carbono, do calcáreo e da água. Indique e classifique as diferentes reacções que, no seu conjunto, traduziriam a síntese indicada e compare a equação obtida com aquela que representa a síntese completa, ou total, do mesmo composto.