

A SENSACÃO VISUAL

38/8 ETC

458
N.º 535

A SENSACÃO
VISUAL

(ESTUDO DE PSYCHO-PHYSIOLOGIA)

POR

AGOSTINHO DE SOUSA

*Lente de Economia industrial e Socio correspondente
do Instituto de Coimbra, etc.*

DISSERTAÇÃO INAUGURAL



3818 EMC

PORTO
TYPOGRAPHIA OCCIDENTAL
66—Rua da Fabrica—66
1885

ESCOLA MEDICO-CIRURGICA DO PORTO

Director

CONSELHEIRO, MANOEL MARIA DA COSTA LEITE

Secretario

RICARDO D'ALMEIDA JORGE

CORPO CATHEDRATICO

LENTES CATHEDRATICOS

| | |
|--|--------------------------------------|
| 1. ^a Cadeira—Anatomia descriptiva e geral | João Pereira Dias Lebre. |
| 2. ^a Cadeira—Physiologia | Antonio d'Azevedo Maia. |
| 3. ^a Cadeira—Historia natural dos medicamentos. Materia medica | Dr. José Carlos Lopes. |
| 4. ^a Cadeira—Pathologia externa e therapeutica externa | Antonio Joaquim de Moraes Caldas |
| 5. ^a Cadeira—Medicina operatoria | Pedro Augusto Dias. |
| 6. ^a Cadeira—Partos, doenças das mulheres de parto e dos recém-nascidos | Dr. Agostinho Antonio do Souto. |
| 7. ^a Cadeira—Pathologia interna e Therapeutica interna | Antonio d'Oliveira Monteiro. |
| 8. ^a Cadeira—Clinica medica | Manoel Rodrigues da Silva Pinto. |
| 9. ^a Cadeira—Clinica cirurgica | Eduardo Pereira Pimenta. |
| 10. ^a Cadeira—Anatomia pathologica | Manoel de Jesus Antunes Lemos. |
| 11. ^a Cadeira—Medicina legal, hygiene privada e publica e toxicologia | Dr. José F. Ayres de Gouveia Osorio. |
| 12. ^a Cadeira—Pathologia geral, semeiologia e historia medica | Ilidio Ayres Pereira do Valle. |
| Pharmacia | Isidoro da Fonseca Moura. |

LENTES JUBILADOS

| | |
|----------------------------|---|
| Secção medica | } Dr. José Pereira Reis. João Xavier d'Oliveira Barros. José d'Andrade Gramacho. |
| Secção cirurgica | |
| Pharmacia | |
| | Antonio Bernardino d'Almeida. Conselheiro Manoel M. da Costa Leite. Felix da Fonseca Moura. |

LENTES SUBSTITUTOS

| | |
|----------------------------|---|
| Secção medica | } Vicente Urbino de Freitas. Antonio Placido da Costa. |
| Secção cirurgica | |
| | Augusto Henrique d'Almeida Brandão. Ricardo d'Almeida Jorge. |

LENTE DEMONSTRADOR

| | |
|----------------------------|----------------------------------|
| Secção cirurgica | Candido Augusto Correia de Pinho |
|----------------------------|----------------------------------|

A MEUS PAES

AO CORPO CATHEDRATICO

DA

ESCOLA MEDICO-CIRURGICA

DO PORTO

HOMENAGEM DE RESPEITO E GRATIDÃO

O Auctor.

A MEUS MESTRES E AMIGOS

ANTONIO D'AZEVEDO MAIA

AUGUSTO HENRIQUE D'ALMEIDA BRANDÃO

MANOEL DE JESUS ANTUNES LEMOS

RICARDO D'ALMEIDA JORGE

AO MEU PRESIDENTE

O ILL.^{MO} E EX.^{MO} SNR.

Illidio Ayres Pereira do Valle

PREFACIO

O presente trabalho parece antes um livro de vulgarisação scientifica do que uma dissertação inaugural expressamente escripta para satisfazer a uma obrigação escolar imposta por uma lei de todo o ponto absurda. E todavia não foi por capricho ou mera vaidade que assim procedi obedeci, pelo contrario unicamente aos impulsos do meu espirito guiado pela grande e boa luz emanada dos que hoje são justamente considerados como sendo a bussola do pensamento humano.

É certo que não descobri nada de novo, mas será temerario affirmar que paira por sobre as paginas d'este livro uma certa luz proveniente do jogo das forças biochimicas do meu cerebro?

Entretanto, além de muitas imperfeições e lacunas, ha n'este trabalho um defeito que o auctor é o primeiro a assignalar: as duas primeiras partes que são uma introducção ao estudo da Sensação Visual occupam mais do dobro das paginas consagradas a este

ultimo; o portico é maior do que o edificio. Ha, pois, manifesta transgressão da lei das justas proporções, para o que contribuiu largamente o capitulo relativo ao systema nervoso central. E' que o auctor tentou preencher uma lacuna que existe tanto na litteratura scientifica nacional, como estrangeira. De resto, parece-nos que esta hypertrophia não é caso pathologico tão grave que obrigue o auctor a penitenciar-se.

Finalmente, agradeço ao meu amigo e talentoso quintannista d'esta Escóla o snr. Tito de Noronha, filho do muito apreciado bibliophilo portuense do mesmo nome, o valiosissimo serviço que me prestou executando os desenhos que illustram este trabalho, alguns dos quaes são originaes e outros foram modificados para accommodar ao texto.

Porto, dezembro de 1884.

Agostinho de Souza.

PARTE PRIMEIRA

A FORÇA



CAPITULO I

A LUZ



UPPONHAMOS que a bolla A presa a um fio (fig. 1) representa um pendulo; fazendo-a desviar da sua posição natural de equilibrio, nota-se que ella executa um movimento de vae-vem da direita para a esquerda, e *vice-versa*. Chama-se *oscillação* este movimento, e *amplitude* o caminho que a bolla percorre, o arco B C que descreve.

Substitui a bolla por um corpo mil vezes mais pequeno que um grão de areia; animae-o d'um movimento muito rapido, e supponde ao mesmo tempo uma amplitude muito curta. N'este caso a oscillação toma o nome de *vibração*.

Ora na natureza ha muitas especies de vi-

brações: umas simples, como a que acabei de descrever, e outras mais ou menos complexas; e o seu estudo constitue um interessante capitolo de physica molecular. Mas na impossibilidade de passar revista a todas, porque não é aqui o lugar de o fazer, limitar-me-hei apenas a mencionar uma outra fôrma de vibração que julgo absolutamente indispensavel conhecer.

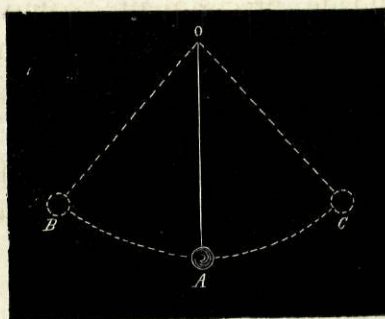


Fig. 1

Eu atiro para o ar uma bolla de marfim: ella sobe até uma certa altura e depois desce, mas em vez de a deixar cahir no chão eu aparo-a na palma da mão e obrigo-a novamente a subir, e assim successivamente. Este movimento de vae-vem que a bolla executa de baixo para cima e *vice-versa* é a imagem amplificada da fôrma de vibração conhecida em physica sob o nome de vibração *transversal*.

Toda a gente sabe que milhões de peque-

ninos grãos compõem um torrão de assucar. É assim que milhões e milhões de pequeninas particulas, chamadas *moleculas* e *atomos*, formam os corpos, quer sejam mineraes, vegetaes ou animaes; e todas essas particulas são animadas de movimento, se agitam, vibram em uma palavra; e apesar d'isso os corpos não se desagregam, não se dissolvem, conservam a sua individualidade precisamente como o nosso systema planetario a despeito do movimento da lua em volta da terra, da peregrinação d'esta ultima á roda do sol e da viagem d'este astro para regiões desconhecidas situadas na direcção da Lyra, como affirma recentemente o astronomo Plummer, de Oxfor (1).

Entretanto, cousa singular! Não me custa muito admittir que o papel sobre que escrevo, o castiçal que tenho deante de mim, um terranova, de bronze, em miniatura, que me segura os papeis, um cinzeiro de louça fingindo uma folha de vide, etc. — não me custa admittir, repito, que esses differentes objectos sejam compostos de pequenas particulas, como o torrão de assucar com que adoço o café que n'este momento saboreio; mas o que se não compre-

(1) Revue mensuelle d'astronomie populaire, de météorologie et de physique du Globe publiée par M. Camille Flammarion, numero de junho de 1884.

hende facilmente é que essas particulas sejam animadas de movimento, estejam em constante agitação, como a nuvem de poeira que o simoun arrasta para longe, ou a familia solar que uma força poderosa desloca no espaço, porque a immobildade parece ser o seu attributo por excellencia.

É que a Natureza armou tantos laços á nossa ingenuidade, rodeou-nos de tantas illusões que faz-se absolutamente preciso termos o espirito sempre disposto para acceitar asserções que a um exame superficial parecem inverosímeis, senão disparatadas e rejeitar outras que se nos apresentam com a mascara da verdade. Com effeito, quando chego á janella e me debruço sobre a varanda, a rua do Almada faz-me lembrar a secção longitudinal de um cone cujo vertice corresponde ao Freitas & Azevedo e a base á casa que habito; depois, a distancia que separa os candieiros uns dos outros parece ir successivamente diminuindo, de maneira que no ultimo segmento da rua eu vejo um grosso collar feito de estrellas; e todavia a rua é mais ou menos egualmente larga em toda a sua extensão e a distancia que medeia entre os candieiros é approximadamente a mesma. Se dirijo, em seguida, os olhos para o ceu vejo a lua sob a fôrma de um disco de prata, e comtudo a lua é espherica

e não plana; e aquelle estuque azul d'uma pureza deslumbrante que parece seguro com pregos de ouro não é outra illusão que fez estontear a cabeça de tanta gente fingindo uma muralha divisoria que separa o ceu da terra?

O leitor vê esta taça de metal (fig. 2) apoiada n'um suporte? É o aparelho de Sa-

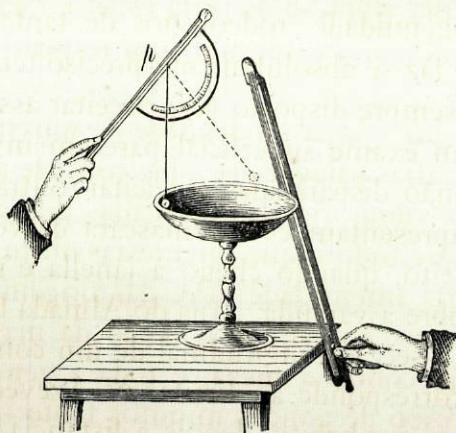


Fig. 2

uart sem os tubos destinados para reforçar o som. Eu toco o instrumento com um arco de rebeca, e immediatamente ouve-se um som; se n'este momento puzer em contacto com as paredes da campana um corpo leve, como a bolla de sabugueiro do pendulo electrico *p*, vê-se que ella é repellido, e o movimento de vae-vem

que executa, como a areia das placas vibrantes, traduz, torna visiveis, as vibrações das moléculas que compõem a taça. Ha mais: quanto mais intenso fôr o som, mais a bolla se affasta, maior é a amplitude do movimento. Approximando a mão da campana sinto as pulsações que as suas moléculas imprimem ao ar.

D'estas experiencias resulta que o som consiste n'uma vibração de certa especie. Será possível demonstrar o mesmo com respeito á luz? Vejamos.

Se a luz é uma modalidade de movimento, ou por outras palavras, se a luz consiste no movimento vibratorio das particulas dos corpos, claro é que tudo o que agitar estas ultimas com uma certa intensidade deve dar origem á luz. Com effeito, eu esfrego o botão da manga do meu frak contra a meza, e toda a gente sabe que ao cabo de poucos minutos tanto o botão como a superficie fricciónada se aquecem. Se porém exercesse a fricção com mais força e ao mesmo tempo mais rapidamente e a meza fosse de madeira facilmente inflammavel teria obtido lume. É graças a um processo analogo que as populações prehistoricas e ainda uma grande parte dos selvagens modernos supprem a falta de lumes promptos. Depois, quem ha ahi que não tenha visto de noute faulhas de

fogo saltarem das rodas de um carro quando este passa por uma rua calçada de pedras?

Por outro lado se é verdade que a luz consiste no movimento vibratorio d'uma certa intensidade é evidente que, diminuindo ou annullando este movimento, devo obter a extincção da luz. Com effeito, segundo as ideias hoje admittidas, a chamma d'uma vella de stearina por exemplo, póde considerar-se como sendo constituida por um grande numero de pequenas particulas animadas de um movimento vibratorio bastante intenso, alimentado pelo conflicto dos atomos de carbone com o oxygenio, ora, tocando com uma rêde de ferro o vertice da chamma observa-se que esta empallidece e toma a fôrma de um cone truncado, (fig. 3) e quanto mais entterro a rede no corpo da chamma, mais esta diminue até que por fim se apaga.

A razão d'este phenomeno é mui simples. Sejam A e B duas bollas de marfim animadas de differente velocidade $v > v'$. Sabe-se que depois do choque cada uma d'ellas caminha com uma velocidade igual a $\frac{v}{2} + \frac{v'}{2}$;

isto é que a bolla A perde movimento emquanto B ganha o mesmo. Substitui agora a bolla A pelas particulas da chamma e a bolla B pelas moleculas da rêde de ferro. É claro que as pri-

meiras embarrando contra as ultimas perderão parte do seu movimento vibratorio; d'onde resulta o enfraquecimento e a extincção da luz, ao passo que as moleculas de ferro ganharão movimento, isto é se aquecerão. E tanto isto é verdade que se se fizer a experiencia com a réde

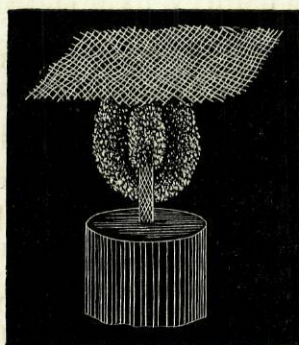


Fig. 3

de ferro incandescente a chamma não se extingue.

Se representarmos pelas duas bollas de marfim as moleculas de ether de dous recintos cuja temperatura seja differente, o principio acima exposto nos faz comprehender immediatamente a razão fundamental, unica, da lei de equilibrio movel de temperatura, de Newton.

Podemos ainda demonstrar de uma outra maneira que a luz é um modo de movimento.

É sabido que um feixe de luz solar é composto de tres espectros que se sobrepõem em parte: calorifico, córado e chimico, e que a escala chromatica está comprehendida entre as vibrações de ether que nos dão a sensação do vermelho e de violeta, porque as ondas ultra-vermelhas são muito compridas e muito lentas e as ultra-violetas são, pelo contrario, demasiado curtas e muito rapidas. Ora Tyndall recebendo as primeiras sobre uma lamina de platina, convenientemente preparada, conseguiu tornal-as visiveis exaltando o movimento vibratorio das moléculas ethereas; e o professor de Cambridge, Stokes dilatou o espectro chromatico empregando substancias, chamadas fluorescentes (1) que têm a propriedade de enfraquecer o movimento vibratorio das moléculas de ether e tornar d'esta sorte visiveis os raios ultra-violetas.

O leitor acaba de vêr que por meio da fricção do arco da rebeca contra o bordo da campana de metal obtivemos o som; que foi egualmente pela fricção do botão contra a meza que conseguimos desenvolver o calor; que a fricção em determinadas condições daria origem á luz; e se por ventura eu esfregasse com um bocado de flanella um tubo de vidro fechado n'uma

(1) Vidro de uranio, solução de sulfato de quinino, infusão de casca de carvalho, etc.

das extremidades a fricção tambem daria origem á electricidade, e o tubo adquiriria a propriedade de attrahir corpós leves, como pedacinhos de papel, fio de algodão ou linho, bolla de sabugueiro, etc.

Assim fica demonstrado que a luz é uma modalidade de movimento, como o são tambem o som, o calor e a electricidade; ao mesmo tempo eu aproveitei a occasião para—sem me internar muito pelos dominios da physica—projectar um feixe de boa luz sobre a enorme massa de phenomenos physicos que a um exame superficial não parecem ter entre si relação alguma, deixando adivinhar ao leitor a grandeza da concepção, por ventura a mais arrojada que viu a luz em os nossos dias, sobre a unidade das forças physicas.



CAPITULO II

PROPAGAÇÃO DA LUZ; REFLEXÃO



SOL demora a 27 milhões de leguas distante de nós, e todavia a sua luz impressiona a nossa retina; 87 mil leguas separam a lua da terra, e contudo o astro da noite move-se em torno do planeta que habitamos; d'aqui á serra do Pilar vae um par de kilometros, e não obstante a detonação d'uma peça na serra abala o meu nervo acustico; entre a minha mão e a chamma d'uma vela medeiam alguns centimetros, e apesar d'isto eu não posso supportar o calor da chamma.

São outros tantos exemplos da acção a distancia. Mas é natural perguntar o quê vem a ser acção a distancia? Como actúa um corpo

sobre outro atravez do espaço? Como se propaga o movimento?

Fazendo chocar a bolla A na bolla B nota-se que a ultima da serie se affasta immediatamente das suas congeneres, como se tivesse recebido directamente o choque (fig. 4). N'esta experiencia a communicação do movimento

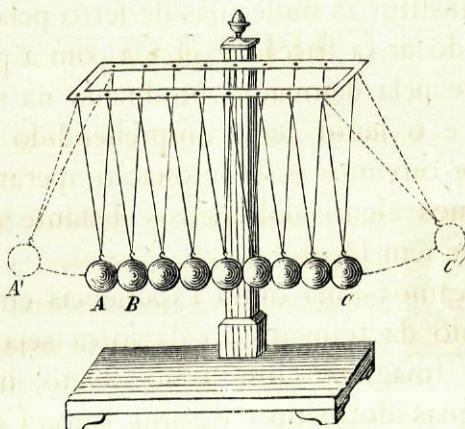


Fig. 4

d'uma bolla á outra, a transmissão do choque de B a C atravez das bollas intermedias é tão evidente que o curioso phenomeno da acção a distancia não tem absolutamente nada de mysterioso.

Faço agora a experiencia com uma barra de ferro. Roçando um dos seus extremos com a

ponta de um alfinete, sente-se n'outro extremo a agitação das suas moléculas cujas vibrações se traduzem em o nosso ouvido pela sensação de som; porque uma barra de ferro não é mais que um grosso feixe de milhares de rosários de moléculas que nós podemos figurar por outras tantas bollas infinitamente mais pequenas e eminentemente mais elasticas que as do marfim.

Substitui as moléculas de ferro pelas moléculas do ar, a fricção exercida com a ponta de alfinete pela detonação produzida na serra do Pilar, e o leitor terá comprehendido a razão porque ouvimos essa detonação apesar de nos acharmos alguns kilometros distante do sitio em que tem logar.

Façamos uma outra experiencia em que o vehiculo da transmissão da força seja um liquido. Imaginem um barco quieto, immovel nas aguas dormentes de um lago. Com um remo eu dou uma pancada na agua e immediatamente o barco entra a mover-se; e toda a gente sabe que foi a agua que transmittiu a pancada ao barco. Ora o remo a que eu imprimi o movimento é o sol que brilha no firmamento, ou a chamma da vela de stearina que allumia de noite o meu quarto de trabalho; a agua do lago é o oceano de ether que nos banha de todos os lados, e o barco a nossa retina.

Dada esta idéia geral sobre a transmissão da força a distancia vamos agora estudar o mecanismo da propagação da luz.

Diz Thomaz Ribeiro no seu *D. Jayme* que Portugal é «um jardim da Europa á beira-mar plantado». Não indaguemos se Portugal é realmente um jardim ou uma charneca; se se pôde chamar horto viçoso a um paiz cuja metade está ainda por ser cultivada e onde a agricultura jaz quasi na infancia, ou se o patriotismo illudiu o poeta apresentando-lhe atravez dos vidros côr de rosa uma paisagem onde de certo não escasseiam pontos negros; mas aproveitemo-nos da visinhança do mar e peçamos-lhe imagens, analogias, comparações que possam lançar luz sobre o assumpto que nos occupa.

Com effeito, da praia de Espinho por exemplo, nós vêmos ondas de todas as dimensões e em numero incalculavel caminharem em direcções diversas e até oppostas. As mais compridas vêm ordinariamente do mar alto e dirigem-se para a praia, e as mais curtas nascem em geral no sitio onde se quebram as primeiras e dirigem-se para o mar. Às vezes uma ave de rapina precipita-se sobre o mar para apanhar o peixe e dá origem a um systema de ondas circulares e concentricas que se propagam sobre a superficie agitada do mar tão regularmente, co-

mo sobre a superficie tranquilla d'um lago quando lançamos n'elle uma pedra. Substituí agora o Atlantico por um oceano de um fluido mais subtil do que a agua, mais subtil ainda que o ar — o ether; supponde que elle é atravessado por ondas de diversos comprimentos, caminhando em diversas direcções e em numero tambem incalculavel e partindo do sol, das estrellas, da lua, dos candieiros de illuminação... as quaes todas impressionam a nossa retina, assim como n'uma salla de baile nós ouvimos as notas da orchestra, as palavras: *en-avant-deux*, *grand-rond* do mestre da salla, a voz fresca, argentina do nosso formoso par, o *frou-frou* dos vestidos, o ruido produzido pelo escorregar da botina no pavimento, o tinir dos copos n'um quarto contiguo, e o leitor terá comprehendido o modo de propagação da luz (1).

Seja X Y (fig. 5) a superficie do mar; a elevação ou montanha *a* e a depressão ou valle *b* formam o que se chama *onda*; o movimento de baixo para cima, a excursão vertical que executa uma molecula de agua chama-se *amplitude*, e a distancia que vae da crista d'uma montanha á crista da seguinte mede o *comprimento* da onda.

Para demonstrar experimentalmente que as

(1) Blaserna et Helmholtz, Le Son et la Musique, pag. 179 — 1877.

moleculas de agua se deslocam perpendicularmente á linha da propagação do movimento, isto é, que vibram transversalmente, basta deitar uma casca de laranja, por exemplo, n'um d'esses lagos artificiaes que se encontram nos jardins publicos; em seguida, com a bengala, dar uma ou mais pancadas na agua, observa-se então um grande numero de ondas circulares e concentri-

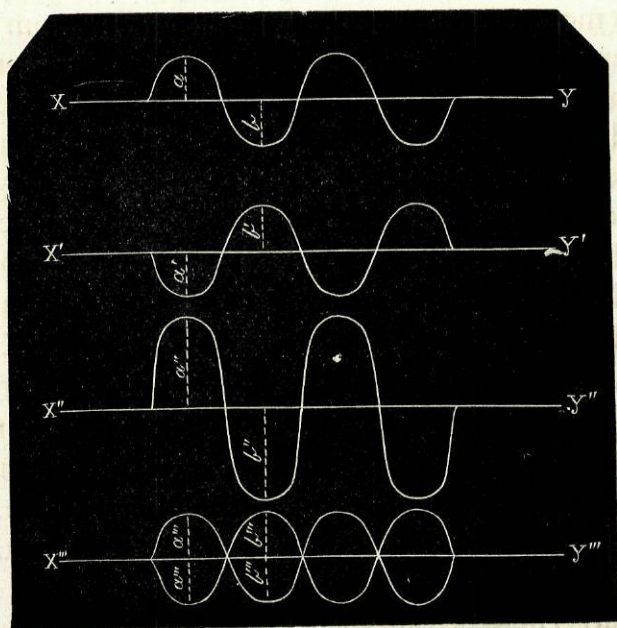


Fig. 5

cas, caminhando para as bordas do lago, sem todavia conseguirem deslocar sensivelmente do

seu logar a casca. De resto, quantas vezes não terá o leitor visto uma ave do mar elevar-se no dorso da vaga, depois descer e tornar a subir para novamente descer, e assim successivamente, mas permanecendo sempre no mesmo sitio apesar de as vagas se dirigirem para a praia?

Representemos em $X' Y'$ um outro systema de ondas cuja amplitude e comprimento sejam eguaes ás do systema A (1), e supponhamos que a montanha a' coincide com a e o valle b' com b ; então os dois systemas se tornarão n'um só representado em $X'' Y''$ em que a montanha a'' será duas vezes mais alta que a , e o valle b' duas vezes mais profundo que b , isto é, no novo systema de ondas a amplitude de vibração será dupla. Substituindo a onda liquida pelas ondas do ar e do ether, temos que o augmento de amplitude se traduz respectivamente pelo augmento de intensidade do som e do calor e da luz. Assim a intensidade do som, do calor e da luz é uma funcção da amplitude de vibração.

Se, porém, suppuzermos que o systema B tem sobre A um avanço de meia onda, então o systema C se tornará em D (fig. 5) isto é, as moleculas de agua sollicitadas por duas forças eguaes e contrarias permanecerão em repouso,

(1) Designamos por A, B, C e D os systemas de ondas representados em $X Y$, $X' Y'$, $X'' Y''$ e $X''' Y'''$.

deixarão de vibrar; e a cessação de vibração no seio do ar traduz-se pelo *silencio* e no seio do ether pela *extincção* da luz, pelas trevas. Este curioso phenomeno é conhecido em optica pelo nome de *interferencia* da luz.

Toda a gente sabe que uma onda liquida gasta um certo tempo para chegar á praia e caminha com uma certa velocidade. Em Portugal um comboio expresso faz cerca de 60 kilometros por hora; nos Estados-Unidos pôde percorrer 125 kilometros durante o mesmo espaço de tempo. O som propaga-se com uma velocidade de 330 metros por segundo. Uma bala de artilheria ao sahir da boca da peça possui uma velocidade de 400 metros por segundo, isto é, percorre 1440 kilometros por hora. Quantos kilometros pensa o leitor que a luz percorre n'um segundo? Dez kilometros, cem kilometros? Não, dez mil, cem mil kilometros? Tambem não. É que a onda luminosa é animada d'uma velocidade verdadeiramente assombrosa—anda 298 mil kilometros n'um segundo. Homero, para nos dar uma ideia da omnipotencia de Jupiter, diz que este, no curto intervallo de tres minutos, era capaz de dar uma volta ao mundo, e todavia a luz no mesmo espaço de tempo fazia mais de vinte vezes a viagem á roda da Terra!

E já que fallamos em ondas de luz, aproveitamos a occasião para dizermos qual é o seu comprimento. Ainda aqui temos de nos socorrer aos numeros: tão exiguas ellas são! A mais pequena onda liquida que nós podemos perceber terá, quando muito, um millimetro de comprido. Ora dividi um millimetro em dez mil partes iguaes entre si; a onda de luz mais comprida — a que corresponde aos raios vermelhos do espectro — não mede 7 d'essas partes ($0^{\text{mm}},0006878$) e a mais curta (raios violetas) não chega a ter 4 ($0^{\text{mm}},0003928$) de comprido.

Ora existe uma relação constante entre o comprimento d'uma onda etherea e a duração da mesma, de maneira que as ondas mais compridas do espectro chromatico executam apenas 395 billiões de vibrações n'um segundo, ao passo que as mais curtas fazem 763 billiões no mesmo tempo (1).

Um raio luminoso pôde definir-se: um rosario de moleculas de ether que vibram com uma certa intensidade, e como o ether é um fluido

(1) These measurements, it is true, only tell us the wave lengths in air directly; to find those in vacuo we have to multiply the values in air by the refractive index of air. This is very nearly the same for all colours of the spectrum, and therefore that colour whose wave length in air is the greatest has also the greatest wave length in vacuo. Physical Optics by Glazebrook, pag. 56. — 1883.

eminentemente elastico, é claro que um raio luminoso, incidindo obliquamente sobre um plano deve *reflectir-se* á maneira de bolla de bilhar, fazendo um angulo de reflexão egual ao de incidencia. E' uma lei commum ao som e ao calor. E a linha quebrada, polygonal que descreve um rio não será tambem devida em parte á mesma causa, porque a agua é perfeitamente elastica? Ao lado da gravidade, em virtude da qual a agua tende a occupar o nivel mais baixo; ao lado dos accidentes de terreno e da resistencia differente que o solo apresenta em differentes sitios, não será tambem preciso entrar em linha de conta a elasticidade da agua para a explicação do trajecto que seguem os rios?

Apezar dos consideraveis progressos feitos n'estes ultimos annos reina ainda no capitulo da hydrodynamica tanta obscuridade que no estado actual da sciencia qualquer solução nos parece prematura.



CAPITULO III

REFRACÇÃO DA LUZ; IMAGENS

IMAGINE o leitor uma caixa cylindrica pouco mais ou menos do tamanho d'essas caixas de *cold-cream* que se encontram no mercado; supponha que a tampa tem 20 orificios iguaes entre si e equidistantes, situados na circumferencia de um circulo parallelo ao bordo da tampa. Estes orificios são obliquos, e o seu eixo faz com a vertical um angulo de 45 graos. Sobre a tampa assenta um disco movel, tambem munido de 20 orificios, iguaes aos primeiros em fôrma e grandeza, mas tendo uma direcção opposta, de maneira que o eixo de cada um d'elles fôrma com os orificios da tampa um angulo recto.

Adaptemos este instrumento, que em physica é conhecido pelo nome de sereia de Ca-

gniard-Latour, a uma caixa de vento; quando fazemos passar na sereia uma corrente de ar o disco, em virtude da obliquidade da parede dos seus orifícios, recebe uma serie de choques, todos no mesmo sentido, e começa a mover-se em torno de uma haste que existe no centro da tampa. Mas o movimento do disco, interrompendo alternadamente a communição dos seus orifícios com os da tampa, torna intermitente a sahida do ar; e, como este é animado de uma certa velocidade, o ar exterior recebe uma serie de choques, cada um dos quaes produz uma vibração do ar. Se porém os choques se succedem com uma certa rapidez, ouve-se então um som tanto mais agudo quanto maior fôr o numero de vibrações produzidas n'um segundo. Ora no caso presente nós podemos á vontade augmentar ou diminuir este numero, augmentando ou diminuindo a força da corrente e portanto a velocidade do disco movel.

Substituí a corrente de ar que introduzimos na sereia acustica por um fóco calorifico e o ar exterior por um fio de platina. Observa-se então que á proporção que fornecemos calor a este ultimo, vão apparecendo successivamente as seguintes côres: vermelha, alaranjada, amarella, verde, azul, anilada e violeta; da mesma sorte que ouvimos as diversas notas da escala musi-

cal desde o som mais grave até o mais agudo, quando por meio da caixa de vento augmentamos successivamente a força da corrente de ar.

Mas a nossa retina não é, como o ouvido, um instrumento de analyse; e as impressões produzidas em nós quasi simultaneamente pelas côres que vimos de mencionar, se traduzem em a nossa consciencia como sensação de côr branca.

O disco de Newton é outro instrumento, baseado na propriedade que possui a nossa retina de conservar a impressão luminosa por algum tempo, embora muito curto, e graças ao qual podemos fazer a synthese da luz solar.

Mas como effectuar a sua analyse? A que especie de retorta devemos recorrer? De que natureza ha-de ser o escalpello? Desde tempos immemoriaes uma nuvem de agua interpondo-se entre o sol e o ceu côr de chumbo projectava sobre este ultimo uma faxa multicolor — o arco-iris. Ora Newton substituiu a nuvem de agua por um prisma de cristal e collocando-o no trajecto de um fasciculo de luz solar, obteve egualmente uma faxa brilhante — espectro côrado de Newton — composto das mesmas côres do arco-iris e dispostas da mesma maneira. (fig. 6).

A analyse estava feita: a luz branca é pois composta de sete côres (1).

Agora um simile para explicar a decomposição da luz solar.

Tome o leitor um polyprisma (1) e olhe através d'elle para uma linha recta, X Y esta pa-

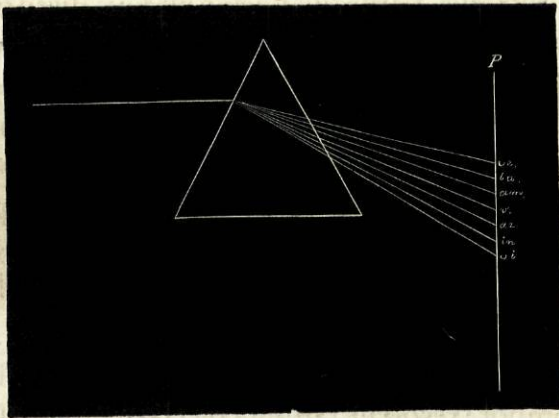


Fig. 6

recer-nos-ha quebrada e em tantos segmentos quantas as especies de substancias de que se com-

(1) Veja-se mais adeante o capitulo intitulado: A luz e as côres.

(2) O polyprisma representado na fig. 7 pertence ao gabinete de physica da Academia Polytechnica do Porto e é composto de 7 substancias diferentes; mas os polyprismas que se empregam para a demonstração nos cursos de physica experimental são ordinariamente compostos de tres substancias refringentes, flint e crown-glass e crystal.

pozer o polyprisma (fig. 7). Chama-se *refracção* este phenomeno, e as substancias que desviam a recta da sua posição tomam o nome de *meios refringentes*. Ora substituamos o polyprisma por um prisma ordinario e a linha recta por um feixe d'ellas; suppondo que todas se quebram, isto é, que soffrem um desvio, porém umas mais do que outras, é claro que o feixe se deve dissociar,

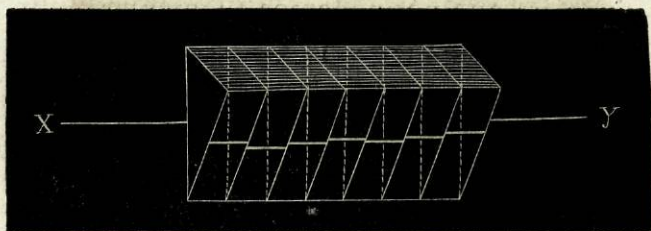


Fig. 7

decompor, resolver em sete rectas que representam as sete côres do espectro.

Vamos finalmente estudar rapidamente a formação das imagens pelas lentes convergentes.

Seja uma lente biconvexa (fig. 8); colloquemos em B uma vella (1) de estearina e em B um pára-luz a uma distancia tal que possamos obter uma imagem nitida da chamma. Approxi-

(1) Na figura 8 a vela de stearina é representada por uma seta.

mando a luz da lente vê-se que a imagem perde a nitidez e se torna confusa; mas, cousa singular! basta affastar a lente do pára-luz para que a imagem adquira novamente a nitidez primitiva. Esta simples experiencia nos mostra que o fóco, isto é, o sitio onde se fôrma a imagem (A') de um objecto se affasta da lente quando este ultimo (A) se approxima da mesma. E' por isso que na machina photographica a lente é movel, de maneira que nós podemos augmentar ou di-

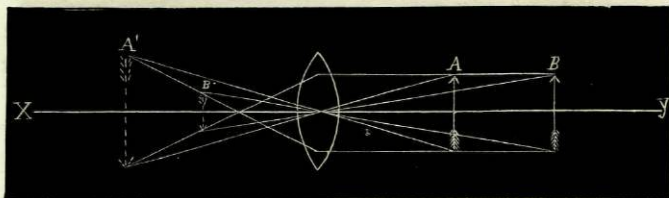


Fig. 8

minuir a distancia que medeia entre ella e a placa sensivel, conforme os objectos se acham situados perto ou longe da lente.

Mas supponhamos que a lente e o pára-luz são fixos, e sómente varia a distancia que vae do objecto á lente.

Já se viu na experiencia precedente que approximando o objecto da lente a imagem se torna confusa, porque tende a formar-se longe da lente, por traz do pára-luz; em outras pala-

vas, porque os raios luminosos que partem do objecto soffrem um desvio mais fraco. Ora demonstra-se em physica que o poder refringente de uma lente varia, suppondo todas as outras condições eguaes, na razão directa da convexidade d'ella. D'onde resulta que para se obter a imagem nitida de objectos situados a distancias maiores ou mais pequenas do que a distancia que vae de B á lente é absolutamente indispensavel recorrer a lentes menos ou mais convexas do que a representada na fig. 8. E é precisamente este processo de que a natureza lançou mão realisando no olho humano com infinita arte, de um modo verdadeiramente assombroso, a adaptação do cristallino a diversas distancias, como adeante veremos.

Por ultimo mencionaremos dous graves defeitos que contribuem para tornar confusa a imagem formada por uma lente convergente: a *aberração de refrangibilidade* e a *aberração de esphericidade*.

Com effeito, já vimos que um prisma decompõe a luz branca em sete côres, e como uma lente biconvexa pôde considerar-se formada de um certo numero de prismas triangulares reunidos entre si pela base, é claro que haverá dispersão das côres e teremos uma imagem irisada. Assim, sejam A e A dous fascicu-

los de luz que incidem sobre a lente (fig. 9); cada um d'elles é decomposto pela lente, precisamente como se tivessem passado atravez de um prisma; e como os raios violetas são de todos os raios córados os que se desviam mais e os vermelhos menos, resulta que os primeiros *a* e *a* formam o fóco mais perto do que os ultimos *b* e *b* e as outras côres no intervallo que vae de

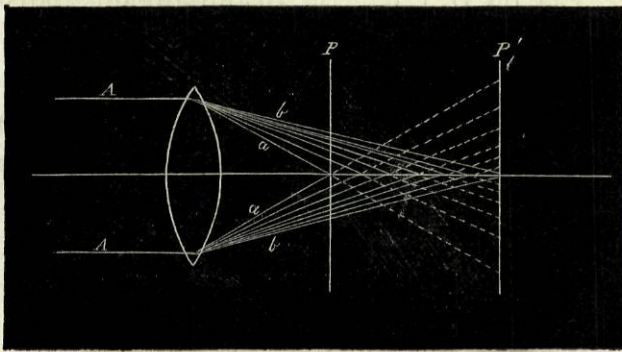


Fig. 9

P a P'. Ora collocando no ponto onde convergem os raios violetas um pára-luz P, vêmos n'este ultimo sete círculos concentricos, sendo o do centro de côr violeta, o mais externo de côr vermelha e os círculos intermedios são formados pelas restantes cinco côres do espectro. Recuando o pára-luz para P' nota-se uma disposição das côres perfeitamente inversa: a côr vermelha occupa o centro e a violeta a peripheria.

Assim como no pendulo compensador, empregando substancias que se dilatam desegualmente sob a influencia do calor (o aço e o latão) tornamos constante o comprimento do pendulo; assim tambem nas lentes achromaticas recorreremos ás substancias cujo poder refringente não é o mesmo (flint e crown-glass) e combinando o raio da curvatura da lente diver-

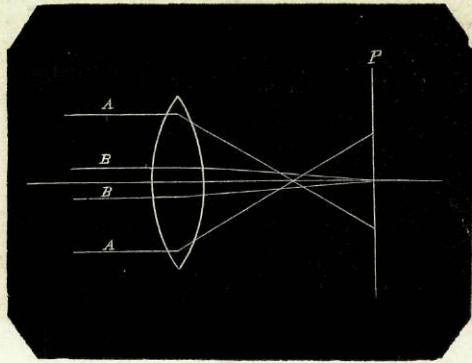


Fig. 10

gente com o da lente convergente conseguimos evitar a dispersão das cores, a aberração da refrangibilidade.

O segundo defeito — a aberração de esfericidade — é devido ao facto de que os raios luminosos periphericos A e A soffrem um desvio maior do que os centraes B e B (fig. 10), e portanto aquelles convergem para um ponto que

fica mais proximo da lente do que o fóco dos ultimos, P. D'aqui os circulos de diffusão, a aureola luminosa formada pelos raios marginaes A e A que tornam confusos os bordos da imagem.

Claro é, pois, que para corrigir o defeito da aberração de esphericidade basta interceptar por meio de um diaphragma os raios mais affastados do eixo principal.

PARTE SEGUNDA

A MÁCHINA

...mas próximo da lente do que o foco de
...B' aqui os raios de difusão, e au-
...reola luminosa formada pelos raios marginaes
A e A' que tocam contra os bordos da lín-
...
...Claro é pois que para corrigir o defeito da
...apertação de espessura da pasta interceptar por
...meio de um diafragma os raios mais afastados
...do eixo principal.

PARTE SEGUNDA

A MACHINA



CAPITULO I

ARCHITECTURA DO SYSTEMA NERVOSO CENTRAL



UANDO o Micromegas de Voltaire, diz Taine, desceu ao planeta que habitamos, não viu senão saliencias e depressões. Um rio grande, como o Amazonas, parecia-lhe uma delgada linha flexuosa e brilhante; uma cidade vasta, como Londres ou Pekin, uma pequena mancha cinzenta e immovel, e a terra, percorrida em 36 horas, uma esphera irregular, deserta, incapaz de ser habitada.

Tal é pouco mais ou menos a impressão que recebemos quando examinamos o encephalo a vista desarmada: um segmento de ovoide, molle, pezando alguns centos de grammas, coberto de uma crosta anfractuosa cuja côr cinzenta contrasta singularmente com a côr esbran-

quizada do centro oval; no interior camadas e nucleos mal circumscriptos, aqui e além algumas fendas e cavidades situadas na massa cinzenta e branca.

Um dos diamantes do seu collar forneceu ao Micromegas um enorme microscopio tendo cerca de 2500 polegadas de abertura, e, graças a elle, o illustre habitante do planeta Saturno conseguiu fazer grandes e curiosas descobertas.

Mas infelizmente os nossos microscopios não são tão bons como o d'elle, e o que nos dizem a respeito da fôrma dos elementos nervosos e das suas connexões faz lembrar vagamente as sombras chinezas da lanterna magica, porque os elementos do systema nervoso são demasiado miudos, extremamente delicados, suas connexões quasi invisiveis e o seu jogo inteiramente invisivel. O diametro d'uma cellula nervosa varia de 1 a 8 centesimos de millimetro, e são precisas cerca de 280 fibras para que todas juntas tenham o diametro de um cabelo.

Tomando no manto cinzento do cerebro um millimetro quadrado que tenha um decimo de millimetro de espessura, podemos contar ao microscopio 100 a 120 cellulas, o que dá só para o cortex cerebral 500 milhões de cellulas. Calculando á razão de 4 fibras para cada cellula, temos 2 milhares de fibras, numero este

que alguns histologistas acham ainda inferior ao verdadeiro (1).

Se sómente no cortex existem 500 milhões de cellulas relacionadas entre si por 2 milhares de fibras, claro é que o numero de cellulas e de fibras nervosas que contém todo o encephalo e toda a medulla espinhal é immenso, prodigioso.

Como orientar-nos n'este labyrintho bem mais intricado que o de Creta? Como determinar a direcção da corrente nervosa? Como traçar o caminho que ella segue atravez dos milhares de conductores, a elaboração que soffre em cada centro, em cada estação, em cada ganglio nervoso?

O problema é difficil, arduo, impossivel de ser resolvido no momento actual. Entretanto a anatomia pathologica, a clinica e a experimentação dão-se as mãos para assignar a funcção a cada districto do systema nervoso, a cada grupo de cellulas, a cada feixe de fibras. Muitas vezes um coelho sanguineo faz por nós a experiencia. Se occupa todo o segmento posterior da capsula interna, declara-se immediatamente a hemiplegia e a hemianesthesia; se, porém, o coelho occupa sómente os dous terços anteriores ou o terço posterior do segmento posterior da

(1) H. Taine, *De l'Intelligence*, tom. I, pag. 292. — 1878.

capsula interna, temos hemiplegia no primeiro caso e hemianesthesia no segundo.

Assim a pathologia nos mostra que as fibras nervosas da capsula interna que pareciam homogeneas, sob o ponto de vista physiologico, são umas adstrictas ao movimento e outras á sensibilidade; e a demonstração é tão frisante, tão admiravel, como a decomposição da luz solar operada pela nuvem de agua que nos apresenta o espectro córado de Newton sob a fórma d'uma faxa brilhante, irisada, de que o povo israelita fez o symbolo da alliança de Deus com os homens.

Ora como a moderna psychologia considera a alma como uma funcção dos centros nervosos é claro que o estudo da anatomia, physiologia e pathologia do systema nervoso impõe-se como preliminar ou introducção a todo o trabalho de psychologia. Mas semelhante tarefa levar-nos-hia longe e por isso limitamo-nos apenas a dar uma ideia clara do modo como está architectado o systema nervoso central no homem afim de que o leitor possa facilmente imaginar o caminho que seguem as correntes nervosas afferentes e efferentes que atravessam a medulla, o bolbo, a protuberancia, o cerebello e o cerebro.

E muito embora os trabalhos de Stilling,

Lockart-Clarke, Meynert, Broadbent, Ross, Duret, Duval, Charcot, não tenham ainda completamente elucidado o problema que nos occupa; embora, apesar de numerosos trabalhos dos mais eminentes histologistas, physiologistas e pathologistas, haja ainda n'este capitulo da anatomia muita incerteza, grandes lacunas, e pontos completamente na sombra — é todavia possível e mesmo conveniente eschematisar os nossos conhecimentos sobre a anatomia das conexões nervosas, porque os eschemas — verdadeiras formulas graphicas — são como que a transfiguração luminosa de ideias que encheriam muitas paginas, e que, graças a este meio, nos apparecem condensadas em pequeno espaço com o relevo e nitidez com que se desenha no pára-luz collocado no fóco de uma lente a imagem do sol dispersa nos seus raios.

Assim como dous elementos — o carbono e o hydrogenio — combinando-se dão origem a um grande numero de compostos organicos, conhecidos pelo nome de hydro-carburetos; assim tambem dous elementos — a cellula e a fibra nervosas — agregando-se formam as diversas variedades do systema nervoso. E' sabido que um hydrocarbureto differe do outro por ter de mais ou menos uns tantos atomos de carbono e de hydrogenio, precisamente como os diversos se-

gmentos do eixo cerebro-espinhal differem entre si pelo maior ou menor numero de cellulas e de fibras nervosas. E assim como, quer na serie gorda, quer na serie aromatica, ha uma certa relação entre o numero de atomos de carbono e de hydrogenio, ao ponto de podermos affirmar que um augmento no numero de atomos de hydrogenio implica necessariamente um augmento de atomos de carbono; assim tambem na medulla espinhal por exemplo, a um accrescimento de fibras nervosas corresponde um maior numero de cellulas nervosas, como demonstram á evidencia os dous diagrammas A e B (1) que damos em seguida (fig. 11).

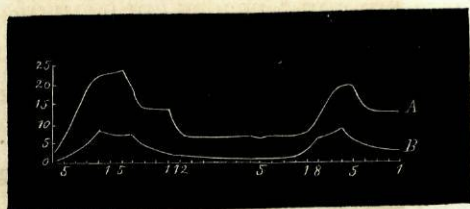


Fig. 11

Ainda mais, sabe-se hoje que a atomicidade, ou o valor de combinação de um corpo simples varia nos diversos compostos em que elle en-

(1) A curva A traduz as variações que soffre o numero das cellulas nervosas ao longo da medulla espinhal e a curva B os nervos rachidianos que lhes correspondem. (Foster).

tra. Tal é o caso do carbono que combinando-se com um e dous atomos de oxygenio fórma dous compostos — o oxydo de carbono (CO) e acido carbonico anhydro (CO²). Assim tambem parece que a proporção entre as cellulas nervosas varia não só nos diversos animaes, mas ainda n'um mesmo animal segundo os diversos segmentos do systema nervoso central.

Isto posto, vamos estudar successivamente a estructura da medulla espinhal, do bolbo, da protuberancia, do cerebello e do cerebro.

O leitor vê na fig. 12 os eschemas do arco

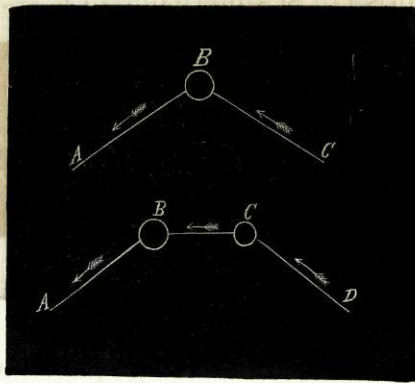


Fig. 12

reflexo simples e composto, onde B representa a cellula motriz e C a cellula sensitiva, A B as raizes motrizes e C D e B D as raizes sensiti-

vas. Relacione as cellulas B e C com as suas homologas situadas na outra metade da medulla espinhal e ao mesmo nivel, ou no mesmo plano transversal que aquellas; teremos um quadrilatero (fig. 13) e os prolongamentos que par-

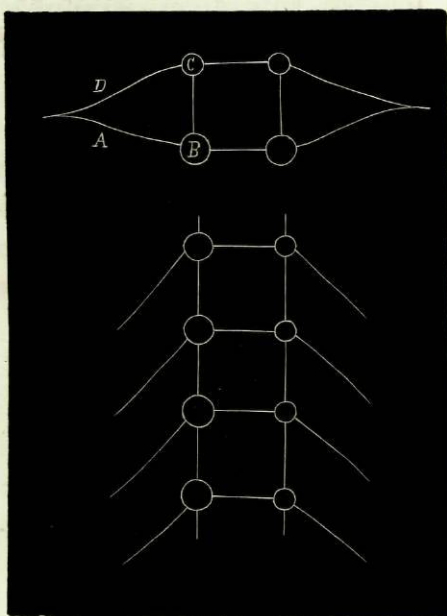


Fig. 13

tem dos vertices de seus quatro angulos não são mais que as raizes sensitivas e motrizes. Imagine ainda que as cellulas B e C estão ligadas as suas congeneres situadas na mesma metade da medulla, sómente mais acima ou mais abaixo.

N'este caso teremos igualmente um quadrilatero o qual (fig. 13), ao contrario do precedente, occupa o plano longitudinal. Multiplique finalmente os eschemas das fig. 12 e 13 um milhão de vezes, por exemplo, e teremos uma columna (fig. 14) a que um quadrilatero serve de base e cujas duas arestas da frente correspondem aos

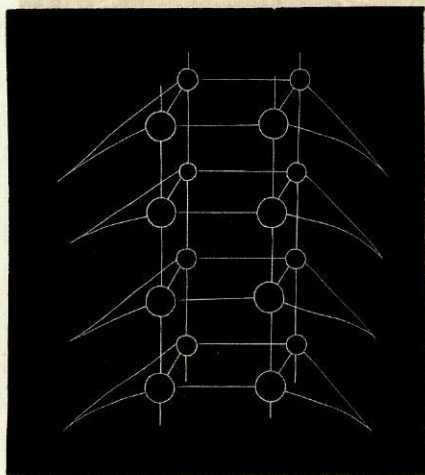


Fig. 14

cornos anteriores e as outras duas aos cornos posteriores; as fibras que coordenam as impressões sensitivas representam as zonas radiculares posteriores e as que coordenam as excitações motrizes as zonas radiculares anteriores. Suppondo que a columna contém um cylindro de substancia cinzenta que lhe serve de ma-

triz, e empregando na sua construcção não só os eschemas do arco reflexo composto, mas tambem oõ do arco reflexo simples, temos um eschema que representa com bastante fidelidade a medulla espinhal humana no que ella tem de fundamental.

Consideremos agora uma secção transversal da medulla espinhal (fig. 16). O que nos impressiona desde logo é o aspecto differente que apresentam as duas substancias, uma das quaes é branca e outra cinzenta; aquella é externa, peripherica, envolvente, e esta é central e envolvida pela primeira. A substancia cinzenta parece um H mais ou menos deformado. Supponhamos que cada uma das pernas do H é dividida em tres segmentos: anterior, medio e posterior, e como esta fórma se repete um grande numero de vezes os segmentos sobrepondo-se uns aos outros formam columnas: as anteriores, correspondem aos cornos anteriores, as posteriores aos cornos posteriores e as duas columnas medias, ligadas entre si por uma ponte de substancia cinzenta, constituem a chamada *columna central* da medulla.

Ao contrario do que se observa no caule das plantas dicotyledoneas, onde as camadas lenhosas mais periphericas são precisamente as que contam menos idade, na substancia cin-

zenta da medulla espinhal são em geral as camadas cellulares mais externas as que se desenvolvem mais cedo, diferenciando-se em seguida em motrizes e sensitivas. Mas no homem a divisão do trabalho não pára aqui, e assim como n'uma planta as folhas se modificam para constituirem os diversos verticillos da flor, ou na Hydractinia unidades da mesma natureza (polypos) agregando-se e repartindo entre si o trabalho social se transformam uns em estomago, outros em órgãos de prehensão de alimentos, etc., assim tambem as cellulas motrizes da medulla se differenceiam entre si, encarregando-se de enviar o estimulo para certos e determinados grupos de musculos da nossa economia.

Ora anatomicamente esta differenciação traduz-se por grupos cellulares distinctos que se nos apresentam sob a fórma de nucleos quando examinamos ao microscopio um cóрте transversal da medulla espinhal. Apesar de não possuirmos dados sufficientemente seguros para fazer afirmações mais ou menos cathgoricas sobre a funcção de que estão incumbidos cada um d'esses nucleos, a physiologia mostra-nos comtudo que está a cargo d'elles o movimento de certos e determinados musculos; e a embryologia diz-nos que as cellulas motrizes que se de-

envolvem mais tarde, as da area mediana por exemplo, presidem aos movimentos mais precisos, mais delicados, mais complexos, como são os movimentos da mão e dos dedos.

Da diferença de função resulta a desigual distribuição dos grupos das cellulas motrizes em numero ou quantidade e em qualidade, ao longo da medulla espinhal. Com effeito, se considerarmos um córte transversal da medulla, feito ao nivel da dilatação lombar, encontramos na região correspondente ao corno anterior seis nucleos bem distinctos: *interno I*, *anterior A*, *antero* e *postero-lateraes Al* e *Pl*, *central C* e *mediano M* (fig. 15). O nucleo anterior desaparece na medulla dorsal e o mediano é substituido por um grupo de cellulas que se desenvolve entre o antero e postero-lateraes, e que Ross designa sob o nome de *medio-lateral*; na dilatação brachial os nucleos anterior e mediano reaparecem novamente, mas o primeiro torna logo a desaparecer e o ultimo vae diminuindo rapidamente a partir da 5.^a vertebra cervical, até que desaparece completamente no limite superior da medulla espinhal. Ora ao mesmo tempo que o nucleo ou a area mediana se define e se extingue; desenvolve-se na medulla cervical o nucleo medio-lateral, que no extremo superior da medulla attinge o seu maximo volume. Parece que o nu-

cleo central existe na medulla dorsal e falta na medulla cervical, mas Ross diz que não possui dados seguros para afirmar a sua presença constante na primeira e a sua ausencia absoluta na ultima.

As modificações que soffrem na sua distribuição no bolbo e na protuberancia os nucleos

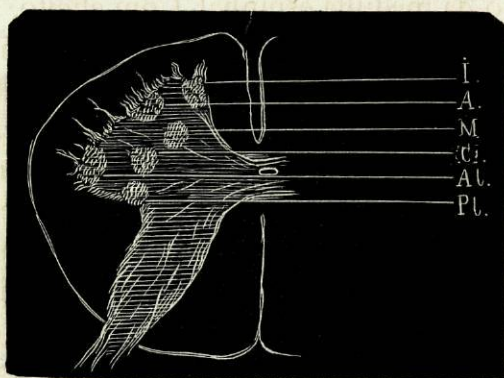


Fig. 15 (1). — Corte transversal esquemático da medulla espinhal representando os nucleos medulares. I — Interno. A — Anterior. C — Central. M — Mediano. Al — Antero-lateral. Pl — Postero-lateral.

medulares que acabamos de descrever, serão indicadas mais adiante, quando nos occuparmos do estudo da origem dos nervos craneanos.

As cellulas sensitivas tambem se acham dif-

(1) Devo á obsequiosidade do meu amigo e distincto quartanista da Escóla medico-cirurgica do Porto, Leão de Meyrelles os desenhos das fig. 15 e 16.

ferenciadas, e com quanto tenham até hoje escapado aos nossos meios de investigação as diferenças morfológicas determinadas pelo seu regimen igualmente diferente, podemos todavia afirmar que se encontram na medulla espinhal duas variedades bem nitidas de cellulas sensitivas: umas formam os cornos posteriores e outras constituem a *columna vesicular* VC de Clarke (fig. 6). Esta ultima encontra-se ape-

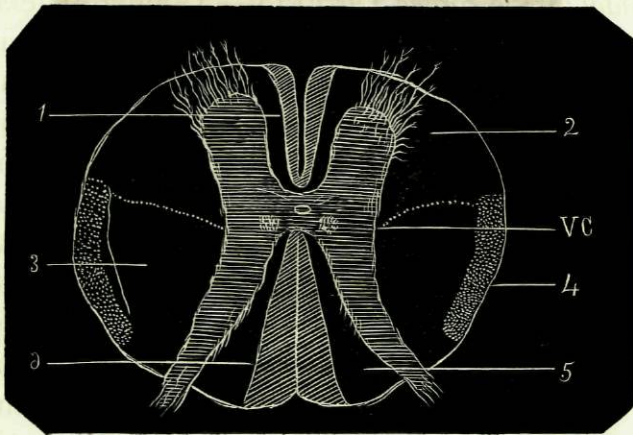


Fig. 16. — Côte transversal esquematico da medulla espinhal representando os cordões medulares. 1—Cordão de Türck. 2—Zona radicular anterior. 3—Cordão pyramidal cruzado. 4—Cordão cerebelloso superior. 5—Zona radicular posterior. 6—Cordão de Goll. VC—Columna vesicular de Clarke.

nas na medulla dorsal e só reaparece no bolbo, onde occupa a mesma posição que na medulla espinhal.

Para estudarmos a substancia branca da medulla espinhal, consideremos uma secção transversal (fig. 16) feita no segmento superior da medulla dorsal. Ora em cada metade da medulla se encontram seis cordões ou feixes de fibras nervosas, dos quaes tres conduzem as excitações motrizes e os outros tres as impressões sensitivas. Os que são adstrictos ao movimento são: — 1.º antero-interno — *cordão pyramidal directo, cordão Türck* (1) — 2.º antero-lateral — *zona radicular anterior* (2) dividida em dous feixes, interno e externo, pelas raizes motoras dos nervos rachidianos — 3.º lateral — *cordão pyramidal cruzado* (3). Os que dizem respeito á sensibilidade são: 1.º postero-interno — *cordão cuneiforme, cordão de Goll* (6); 2.º posterior — *zona radicular posterior, cordão de Burdach* (5); 3.º lateral — *cordão cerebelloso directo* (4) que cobre o pyramidal cruzado n'uma grande parte da sua extensão.

Onde começam e onde terminam? Existem em todo o comprimento do eixo cerebro-espinhal, ou apenas n'um segmento maior ou menor do mesmo?

Comecemos pela medulla espinhal.

As zonas radiculares anterior e posterior existem em toda a extensão da medulla e apresentam um volume quasi constante. O cordão pyramidal cruzado e o cordão de Goll vão di-

minuindo de volume successivamente de cima para baixo, de maneira que na região lombar apenas se encontram vestigios d'elles. O cordão de Türk e o cordão cerebeloso directo diminuem egualmente de volume de cima para baixo e desaparecem chegando ao meio da medulla dorsal.

Sigamos agora o trajecto d'estes diversos cordões ao longo do eixo cerebro e cerebello-espinhal.

No extremo superior da medulla espinhal os cordões pyramidaes cruzados A (fig. 17) dirigem-se para deante e para dentro, cortam os respectivos cornos anteriores separando-os completamente da columna central da medulla, cruzam na linha mediana e passam do lado direito para o esquerdo, e *vice-versa*, formando com os cordões de Türk B, que, em virtude da decussação, se acham desviados para fóra, a porção motriz das pyramides anteriores do bolbo. Ora n'um embryão de nove mezes, observa-se que o feixe antero-externo das pyramides anteriores é composto exclusivamente de fibras com myelina, ao passo que as do feixe antero-interno são amyelinicas; entre estes dous grupos de fibras ha um feixe composto de fibras com myelina e sem myelina. D'aqui tres feixes que n'uma secção transversal apparecem sob a fórma de

areas: area fundamental *f*, area accessoria D e area mixta *e* (fig. 18).

As fibras que formam a area accessoria e ainda uma parte da mixta nascem das pequenas cellulas da região motriz da medulla espinhal, do bolbo e da protuberancia e dão ori-

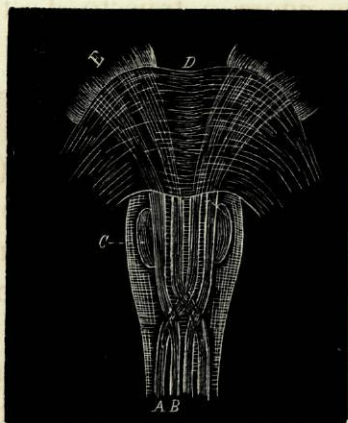


Fig. 17. — Figura eschematica representando a decussação das pyramides anteriores (feixe motor) do bolbo. A — Cordão pyramidal cruzado. B — Cordão de Türck. C — Oliva. D — Protuberancia. E — Pedunculo cerebral.

gem a um cordão que se vae engrossando de baixo para cima, á semelhança do cordão pyramidal cruzado, de que faz parte.

Estas tres areas conservam a sua respectiva posição na protuberancia, na crusta (andar inferior dos pedunculos cerebraes E (fig. 17) e na capsula interna (nome que tomam os pedun-

culos cerebraes quando passam entre o thalamo optico C (fig. 18) e o nucleo caudato B d'um lado e o nucleo lenticular A do outro. Na capsula interna a area fundamental occupa o terço medio do segmento posterior, a area mixta o terço anterior e a area accessoria o segmento anterior da mesma.

Da capsula interna todas estas fibras se di-



Fig. 18. — Figura esquemática representando n'um córte horizontal do cerebro a capsula interna, o thalamo optico e o corpo estriado. A — Nucleo lenticular. B — Nucleo caudato. C — Thalamo optico. D — Area accessoria. e — Area mixta. f — area fundamental. g — Feixe sensitivo da capsula interna.

rigem, quasi sob a fôrma de um bouquet (corôa radiante de Reil C (fig. 23) para o manto cinzento do cerebro, onde terminam: as da area fundamental no lobulo paracentral, na parte superior das circumvoluções frontal e parietal as-

cendentes *Fa* e *Pa* (fig. 25) e provavelmente no pé da 1.^a frontal *F₁*; as fibras da area accessoria no pé da circumvolução de Broca *F₃* e na parte inferior das circumvoluções frontal e parietal ascendentes, e finalmente as fibras da area mixta na parte media d'estas ultimas e no pé da 2.^a frontal *F₂* (1).

No bolbo, o cordão de Goll e a zona radicular posterior soffrem um augmento de volume, graças á interposição do *nucleo claviforme* no primeiro e do *nucleo triangular* na ultima.

O cordão de Goll toma ahí o nome de *columna pyramidal* ou *fasciculus gracilis* e as suas fibras terminam todas no nucleó claviforme. A zona radicular posterior decompõe-se em tres feixes de fibras, dos quaes o mais volumoso, co-

(1) Hughlings Jackson explica a necessidade da conexão directa e cruzada de cada um dos hemispherios cerebraes com os cornos anteriores « by the fact that every movement of one side of the body alters the centre of gravity, and necessitates a new adjustment of the opposite side. When a man stands on the ball of the right foot, and stretches his right arm upwards and forwards to reach an object, the body being also inclined forwards, the left leg is instinctively thrust backwards, and the left arm downwards and backwards, in order to keep the centre of gravity as far back as possible, and so to prevent the line of gravity from passing in front of the ball of the right foot ».

Devemos tambem aqui notar que a decussação dos conductores do movimento foi, no ponto de vista biogenetico, precedida pela decussação dos conductores da sensibilidade, a qual começou, segundo Charlton Bastian, « par une décussation primaire des bandelettes optiques des poissons; chez les animaux

nhecido pelo nome de *fasciculus cuneatus*, termina nas cellulas do nucleo triangular; outro, chamado *fasciculus rotundus* e tambem raiz ascendente do *systema lateral mixto* (Meynert) e *fasciculo respiratorio* por Krause, está intimamente relacionado com as raizes dos nervos espinhal, pneumogastri-co e glosso-pharyngeo e parece terminar ao nivel dos nucleos de origem d'este ultimo; e finalmente o terceiro feixe fornece uma parte das fibras da raiz sensitiva do trigemeo.

Em consequencia do augmento de volume que apresentam no bolbo o cordão de Goll e a zona radicular posterior, os cornos posteriores são desviados para fóra e para deante, a substancia gelatinosa que os envolve é separada d'estes

supérieurs, pourvus de membres bien formés, les mouvements réflexes et volitionnels, de ceux d'un seul côté; sont très souvent évoqués en réponse à des excitations sensitives unilatérales; de sorte que, chez ces animaux, il y aurait avantage marqué si d'autres conducteurs sensitifs étaient, par décussation, mis en relation, à leur extrémité centrale, avec ceux du sens visuel; finalement, les mêmes influences qui déterminent cette dicussation additionnelle des conducteurs sensitifs, doivent amener, comme conséquence également nécessaire, celle des conducteurs moteurs destinés aux membres ». Charlton Bastian. Le Cerveau organe de la Pensée : l'Homme, pag. 120 — 1882.

É talvez por isso que a decussação dos conductores da sensibilidade é mais extensa do que a das fibras motrizes. Assim a hemiseccão da medulla espinhal determina a paralyse do mesmo lado e a abolição da sensibilidade do lado opposto, incluindo ainda a do sentido muscular. Ferrier, Hemisection of the spinal cord, in Brain, pag. 1 — numero de abril de 1884.

ultimos e constitue o *tuberculo cinzento de Rolando*, e até uma grande parte dos proprios cornos é cortada pelas fibras arciformes que partem dos nucleos claviforme e triangular. O tuberculo de Rolando fornece o resto das fibras da raiz sensitiva do trigemeo, e as fibras em arco seguem um trajecto semi-circular dirigindo-se para deante, para cima e para dentro, e formam, enlaçando-se com uma parte das fibras da zona radicular anterior (feixe externo) e com as pyramidaes accessorias, uma rêde — *formatio reticularis*. Ao mesmo tempo destacam uma porção de cellulas pertencentes aos nucleos antero e postero-lateraes e, depois de cruzarem com as suas homologas do lado opposto, vão reunir-se ás pyramides anteriores do bolbo (Meynert). É a porção sensitiva das pyramides (1). Em seguida atravessam a protuberancia e formam uma grande parte do tegmentum (andar superior dos pe-

(1) Mas Flechsig e Ross opinam que as fibras arciformes que emergem dos nucleos claviforme e triangular dirigem-se para a oliva do mesmo lado, onde terminam; e que o feixe sensitivo das pyramides anteriores do bolbo é formado por fibras que se acham intimamente relacionadas com as raizes posteriores dos nervos rachidianos.

Por outro lado, as recentes experiencias de Herzen nos levam a decompor as impressões thermicas em duas cathegorias: umas são produzidas pelo frio e outras pelo calor. Aquellas seguem o mesmo caminho que as impressões tactís (cordões posteriores da medulla) e as ultimas, á semelhança das impressões

dunculos cerebraes); d'ahi dirigem-se para a capsula interna, onde occupam o terço posterior *g* (fig. 18) do segmento posterior da mesma e finalmente vão aos lobulos occipitales e temporoesphenoidaes, onde terminam. A estas fibras juntam-se outras, que partem dos nucleos dos nervos sensitivos, não só dos que têm a sua origem no pavimento do quarto ventriculo, mas ainda dos nervos optico e olfactivo.

O cordão cerebelloso directo estabelece a comunicação entre as cellulas da columna vesicular de Clarke e o manto cinzento dos lobulos lateraes do cerebello. As suas fibras, que no bolbo atravessam o feixe externo dos pedunculos cerebellosos inferiores, conduzem directamente de baixo para cima os impulsos afferentes da medulla espinhal e do bolbo para o cerebello.

Vamos por ultimo descrever o trajecto da zona radicular anterior.

dolorosas, são transmittidas ao cerebro pela substancia cinzenta da medulla. Um caso clinico de mylite transversa, observado por Leopardi e Brigidi, parece confirmar a hypothese de Herzen. *Transmission des impressions thermiques, dans la Revue médicale de la Suisse romane*, pag. 372 — numero de junho de 1883.

Por tudo isto se vê que Foster tem muita razão quando escreve que: « the time is not yet ripe for making any dogmatic statement concerning the conduction of impulses along the cord ». *Text Book of Physiology*, pag. 605 — 1883.

No bolbo o trajecto da zona radicular anterior é um pouco complicado, pelas seguintes circumstancias: *formatio reticularis*, decussação das pyramides, addição da oliva e finalmente pelo pedunculo cerebelloso inferior, de que adeante fallaremos. As fibras em arco, que partem dos nucleos claviforme e triangular, dissociam uma boa parte das fibras da zona radicular (feixe externo) intercalando nas suas malhas substancia cinzenta; os cordões pyramidaes cruzados desviam para fóra o cordão de Türck (e por conseguinte o feixe interno da zona radicular anterior) e por ultimo a oliva C (fig. 17), occupando, ao nivel do limite superior da decussação das pyramides, o logar correspondente ao feixe interno, desvia este ultimo para dentro, de maneira que no bolbo o feixe interno fica por detraz das pyramides anteriores e o feixe externo, por detraz da oliva.

O feixe interno, que na medulla espinhal se acha intimamente relacionado com o nucleo interno do corno anterior, parece conservar a mesma posição no bolbo, na protuberancia e nos pedunculos cerebraes.

Os dous feixes interno e externo da zona radicular anterior desdobram-se em quatro: dous anteriores compostos de fibras que estão em contacto immediato com a face posterior das

pyramides anteriores e com a oliva, e dous posteriores contiguos á substancia cinzenta do bolbo. A porção anterior das fibras dos feixes interno e externo é conhecida pelo nome de *fillete*, e algumas d'ellas terminam na oliva correspondente, em quanto que as restantes atravessam a protuberancia, passando adeante d'ellas os pedunculos cerebellosos medios; e as que pertencem ao feixe interno vão aos thalamos opticos e as do feixe externo aos tuberculos quadrigemeos.

Uma parte das fibras posteriores do feixe interno se continua para cima sob o nome de *fasciculo longitudinal*, e tanto estas como as que pertencem ao feixe externo parecem relacionar-se indirectamente (senão directamente), talvez por meio das cellulas ganglionares do *locus niger de Scemmering*, com os corpos estriados e thalamos opticos.

Assim a zona radicular anterior coordena os impulsos efferentes de cima para baixo, não só dos diversos andares da medulla, mas ainda do bolbo, da protuberancia, do locus niger, dos corpos estriados, dos thalamos opticos e dos corpos quadrigemeos. A sua connexão com estes ultimos ganglios explica o caminho que seguem os reflexos que têm por ponto de partida a retina, e a sua relação com a oliva deixa

vêr que tambem conduz impulsos que partem do cerebello.

O problema da origem dos nervos craneanos é singularmente complicado e ainda não completamente resolvido.

A substancia cinzenta da medulla espinhal soffre no bolbo e na protuberancia modificações no seu arranjo tão extensas e tão complexas, que não é tarefa mui facil destrinçar, na espessura dos cordões fibrosos, os representantes dos nucleos medulares e a formação de outros cuja presença traz comsigo maior complicação e aperfeiçoamento de funcções já existentes, ou apparição de outras que não se encontram senão no homem.

Dividida, decomposta, reduzida a fragmentos, deslocada, a substancia cinzenta do bolbo e da protuberancia apparece-nos sem contornos nitidos, bem definidos, em grande parte dispersa na rêde inextricavel de fibras nervosas.

Assim o problema da origem dos nervos craneanos tem torturado a paciencia dos mais habeis anatomo-pathologistas e micrographos, e, com quanto se possa considerar como uma praça conquistada, é forçoso confessar que o nosso espirito vacilla em mais de um ponto e hesita em se pronunciar d'uma maneira cathe-

gorica ácerca das connexões das raizes dos nervos craneanos com os seus respectivos nucleos de origem.

Á excepção dos nervos olfactivo, optico e acustico os restantes nervos craneanos formam dous systemas: o *systema anterior dos nervos motores* e o *systema lateral mixto*. Fazem parte d'este ultimo o *espinhal*, o *pneumogastrico*, o *glosso-pharyngeo*, o *trigemeo* e ainda o *facial*, posto que seja puramente motor.

Quando estudamos o trajecto que seguem no bolbo os cordões de Goll e de Burdach, vimos que as fibras em arco — que partem dos nucleos claviforme e triangular — destacam uma porção de cellulas pertencentes aos nucleos antero e postero-lateraes do corno anterior. Ora estas cellulas, situadas na espessura da columna lateral do bolbo, formada em grande parte pelas fibras da zona radicular anterior, dão origem a duas columnas de substancia cinzenta, uma das quaes, a *posterior* é mais alta do que a *anterior*. Esta ultima pôde considerar-se dividida em quatro segmentos, desiguaes entre si, que nós designamos por *a, b, c, d*, a contar de baixo para cima; e a columna posterior em cinco segmentos, tambem desiguaes, que designamos respectivamente por *a', b', c', d', e'*. E são precisamente estas duas ordens de segmentos que

constituem os *nucleos de origem* da quasi totalidade das raizes motoras dos nervos do systema lateral mixto.

Os nucleos *a* e *a'* fornecem a raiz motora ao espinhal; *b* e *b'* ao pneumogastrico; *c* e *c'* ao glosso-pharyngeo; *d* e *d'* ao facial (uma das raizes, sendo a outra fornecida pelo nucleo inferior do facial, de que adeante fallaremos), e finalmente o nucleo *e'* fornece a raiz motora ao trigemeo, a qual recebe tambem algumas fibras provenientes do nucleo de origem do facial, *d*.

Descrevamos agora rapidamente o trajecto que seguem as fibras radiculares, unicamente com o fim de dar uma ideia clara da maneira como está architectado o systema lateral mixto. Para conveniencia da exposição chamaremos *nucleos anteriores* aos segmentos da columna anterior e *nucleos posteriores* aos segmentos da columna posterior. Do nucleo anterior *a* partem fibras que se dirigem para traz e para dentro, passam entre os nucleos antero e postero-lateraes, formam um cotovello em volta d'este ultimo e depois caminham para fóra; do nucleo posterior *a'* partem egualmente fibras que se dirigem tambem para traz e para dentro, e chegando á substancia cinzenta se reflectem para fóra, passando por deante do nucleo postero-lateral e reunindo-se ás primeiras formam a raiz motora

do espinal XI (fig. 19). Igual tracto seguem as fibras que partem dos nucleos *b, c, d, e* e *b', c', d'*, e dão origem ás raizes motoras do pneumogastrico, glosso-pharyngeo e facial

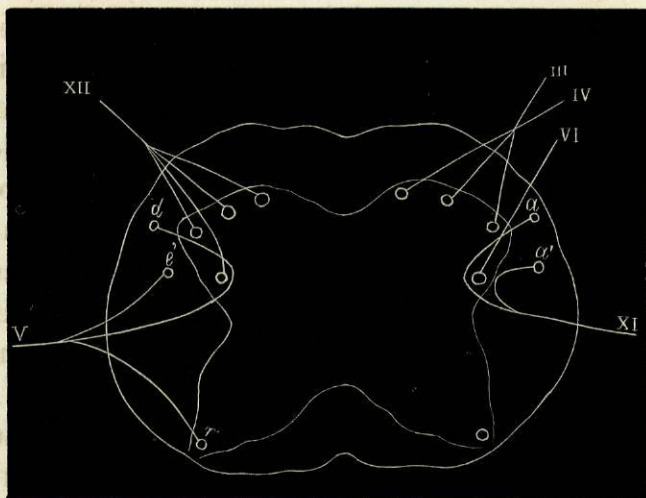


Fig. 19. — Figura eschematica representando n'um córte transversal da medulla (1) os nucleos de origem dos nervos craneanos. XI — Espinal, VI — Oculo-motor externo. IV — Pa-thetice. III — Oculo-motor commum. XII — Hypoglosso. V— Trigemeeo. *a* — Nucleo anterior do espinal. *a'* — Nucleo posterior do mesmo. *d* — Nucleo anterior do facial e do trigemeeo. *e'* — Nucleo posterior do trigemeeo. *r* — Tuberculo de Rolando.

Quanto á raiz do trigemeeo V, as fibras provenientes do nucleo *d* caminham para traz e para

(1) Para facilidade da comprehensão projectamos n'um córte transversal da medulla espinal e não do bolbo os nucleos de origem dos nervos craneanos.

cima e reunindo-se ás do nucleo *e'* dirigem-se para fóra e formam a raiz motora do 5.^o par. Ora em virtude de modificações especiaes que soffre no extremo inferior do bolbo a substancia gelatinosa, o tuberculo de Rolando *r* acha-se situado do lado externo do nucleo *e'* e as fibras que d'elle nascem constituem a raiz sensitiva do trigemeo. A columna vesicular de Clarke, situada fóra do canal central ou medullar e por de traz dos nucleos motores do espinhal, pneumogastico e glosso-pharyngeo, dá raizes sensitivas a estes ultimos. É muito possivel que algumas cellulas dos cornos posteriores forneçam fibras sensitivas ao 9.^o, 10.^o e 11.^o par de nervos craneanos.

No bolbo e na protuberancia encontram-se grupos de cellulas que, attendendo ao seu arranjo, parecem ser a continuação dos seguintes nucleos medulares: interno, anterior, antero e postero-lateraes. Supponhamos que estes quatro nucleos formam uma columna de substancia cinzenta; dividamos essa columna em dous segmentos, um superior e outro inferior, sendo este ultimo muito mais volumoso do que o primeiro. O segmento inferior, que vae desde o limite superior da decussação das pyramides anteriores até o nivel dos nucleos *c* e *c'* do glosso-pharyngeo, constituem o nucleo de origem do

hypoglosso XII (fig. 19); e o espaço comprehendido entre as suas raizes e as do espinhal, pneumogastrico, glosso-pharyngeo e facial é occupado pelo feixe externo da zona radicular anterior e pela oliva.

O segmento superior é dividido pelas fibras do pedunculo cerebelloso medio em duas porções: *anterior e posterior*. A porção posterior é formada pelo nucleo postero-lateral, situado ao nivel do nucleo *d'* do facial, onde parece terminar e constitue o nucleo de origem do oculo-motor externo VI (fig. 19). A porção anterior composta dos nucleos interno, anterior e antero-lateral acha-se situada adeante do aqueducto de Sylvius, em consequencia do alongamento que soffre no pavimento do quarto ventriculo a columna central da medulla, e ahi fórma o *nucleo* de origem do oculo-motor commum III e pathetico IV (1).

(1) Escrevemos nucleo e não nucleos, porque na opinião de Ross o nervo pathetico é simplesmente «an portion detached from the third by the decussating fibres of the superior peduncles of the cerebellum, and thus compelled to seek its destination by an independent route.»

Além d'isto, a intima relação que existe entre a função d'estes tres ultimos nervos e as suas connexões anatomicas, estudadas por Mathias Duval, parece indicar que os nucleos do 6.º e do 3.º e 4.º par faziam outr'ora parte de um só nucleo, que mais tarde, no curso da evolução, foi dividido em duas pedras fibras do pedunculo cerebelloso medio.

Além dos nucleos de origem dos nervos craneânos que acabamos de descrever, tambem se encontram no bolbo outros que não têm representantes na medulla espinhal: são os *nucleos accessorios*, assim chamados por J. Ross, e provêm da differenciação das cellulas da columna central da medulla.

Assim, por detraz do nucleo *a'* do espinhal existem dous grupos de pequenas cellulas que dão fibras radiculares ao 11.º par. O facial tira a sua origem não só dos nucleos *d* e *d'* de que já fallamos, mas ainda de um grupo de nucleos, conhecido pelo nome de *nucleo inferior* do facial (Clarke); compõe-se de tres nucleos, dos quaes dous estão situados por dentro do nucleo do hypoglosso (nucleos accessorios *internos*) e o terceiro (nucleo accessorio *externo*) por fóra do mesmo, e as fibras que d'elles partem formam a segunda raiz do facial. Finalmente, observa-se sempre um grupo de cellulas situadas ao lado do nucleo do hypoglosso: é redondo, envolvido n'uma capa branca e composto de cellulas que têm, quando muito, um 5.º de diametro das cellulas do nucleo principal do hypoglosso. Ross suppõe que este nucleo (*nucleo accessorio* do hypoglosso) tem por fim regular os movimentos da articulação da palavra e que existe uma connexão directa

ou indirecta entre elle e a circumvolução de Broca.

Vamos finalmente descrever as connexões anatomicas do 8.^o, 2.^o e 1.^o par de nervos craneanos (acustico, optico e olfactivo). O nervo acus-

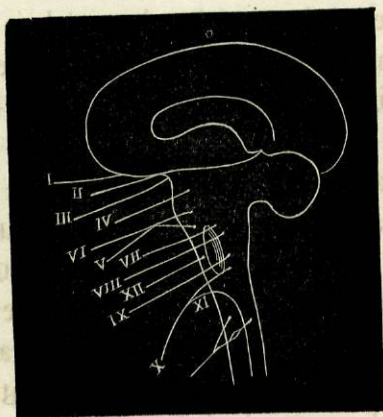


Fig. 20. — Figura eschematica mostrando as diversas alturas do eixo cerebro-espinhal a que emergem os nervos craneanos I. — Olfactivo. II — Optico. III — Oculo-motor commum. IV — Pathetico. V — Trigemeo. VI — Oculo-motor externo. VII — Facial. VIII — Acustico. IX — Glosso-pharyngeo. X — Pnuemo-gastrico. XI — Espinhal. XII — Hypoglosso.

tico VIII (fig. 20) tira a sua origem de quatro nucleos: 1.^o *antero-mediano*, situado no angulo externo do pavimento do 4.^o ventriculo; 2.^o *postero-lateral*, situado no pedunculo cerebeloso inferior; 3.^o *antero-lateral*; é um prolongamento do 2.^o e situado entre as fibras superficiaes e profundas que se originam nas cellulas do nu-

cleo antero-mediano, e finalmente 4.^o *postero-mediano* que fica n'um plano mais superficial do que os nucleos *b* e *b'* do pneumogastrico. O primeiro e o terceiro fornecem as raizes anteriores e o segundo e o quarto as raizes posteriores. Os nucleos do nervo acustico parecem tão especiaes que mal se pôdem considerar como continuação da substancia cinzenta da medulla espinhal.

Reina grande incerteza ácerca das connexões anatomicas do nervo optico II (fig. 20). Tudo o que se sabe a este respeito pôde resumir-se nas seguintes linhas: o nervo optico compõe-se de dous feixes de fibras, dos quaes um estabelece a comunicação entre a retina d'um lado e o hemispherio do lado opposto, e o outro, muito menos volumoso do que o primeiro, relaciona a retina com o hemispherio do mesmo lado (1).

(1) O auctor seguiu na descripção do trajecto das fibras do nervo optico o eschema de Féré, apenas ligeiramente modificado. Ultimamente, porém, Grasset propõe um que é mais complicado ainda do que o eschema de Charcot, e que pôde resumir-se como segue: As fibras internas do nervo optico soffrem um cruzamento ao nivel do chiasma, ao passo que as fibras externas se continuam directamente. Estas ultimas se cruzam com as suas homologas atraz do chiasma, talvez ao nivel dos tuberculos quadrigemeos, de maneira que o feixe sensitivo da capsula interna contém todas as fibras do nervo optico do lado opposto. Até aqui a hypothese de Charcot; mas, segundo Grasset, as fibras externas soffreriam ainda uma nova

Ha, pois, decussação das fibras opticas ao nivel do chiasma e, talvez tambem, ao nivel dos tuberculos quadrigemeos T (fig. 23), mas esta decussação nunca chega a ser completa, como suppunha Charcot. Factos clinicos bem averiguados da existencia de hemianopsia de origem cerebral invalidam para sempre a hypothese do illustre professor de Salpêtrière. Ha mais: mesmo nos casos de amblyopia cruzada a lesão não affecta sómente a retina do lado opposto, mas ainda a retina do mesmo lado, onde se nota uma ligeira diminuição da faculdade visual, e um exame perimetrico cuidadoso revella sempre uma redução do campo da visão (Landolt). O trajecto das fibras do nervo optico atraz do chiasma é muito incerto, apesar dos trabalhos

decussação antes de chegarem ás circumvoluções cerebraes. Em virtude d'este terceiro cruzamento, que elle colloca no corpo calloso, as fibras externas descreveriam uma especie de anel para passarem para o hemispherio do lado opposto. Grasset reconhece que o trajecto é um pouco complicado, mas defende-se dizendo que é tambem complexo o conjuncto dos factos que elle deve explicar. Demais, no eschema proposto por Landouzy para explicar o desvio conjugado da cabeça e dos olhos, o feixe externo do espinhal não descreve um anel inteiramente analogo ao trajecto que Grasset assigna ao feixe externo do nervo optico? Grasset, De l'Amblyopie croisée et de l'Hémianopie dans les lésions cérébrales. Nouveau eschema du trajet présumé des fibres optiques dans Montpellier médical — numero de Fevereiro de 1883.

de Meynert (1); pode-se, porém, afirmar que existe uma relação íntima entre o nervo optico e os tuberculos quadrigemeos (par anterior), porque se tem observado atrophia d'estes ultimos consecutivamente á extirpação do globo ocular (Gudden).

Das experiencias feitas em passaros, rãs e mammiferos resulta que os processos que constituem a visão distincta e perfeita começam na retina e soffrem a primeira elaboração nos corpos quadrigemeos, depois nos thalamos opticos e por ultimo nas circumvoluções cerebraes.

O nervo olfactivo I (fig. 20) emerge do *ganglio olfactivo*, situado na extremidade de um prolongamento do cerebro, conhecido pelo nome de *pedunculo* ou *faxa olfactiva*. Esta envia para o cerebro tres raizes, das quaes a *externa* termina no *subiculum cornu Ammonis* (vertice do lobulo temporo-esphenoidal). A raiz *interna*, segundo Ross, soffre uma decussação na commissura anterior *a* (fig. 23) do cerebro e vae reunir-se ao feixe sensitivo da capsula interna. Charlton Bastian, porém, pensa que tal decussação não existe no homem, nem nos animaes inferiores, de maneira que, na sua opinião,

(1) Para mais detalhes leia-se a interessante monographia de Féré: Contribution à l'étude des Troubles fonctionnels de la Vision pag. 6—8—1882.

a raiz interna acompanha as fibras da commissura anterior e termina no corno de Ammon. E se uma lesão, localisada no feixe sensitivo da capsula interna ou na protuberancia, determina a perda do olfacto em a narina do lado opposto é porque, quer n'um caso, quer n'outro, a lesão interessa as fibras do trigemeo, cuja integridade é absolutamente indispensavel para o exercicio normal da olfacção (Magendie). Em apoio da sua opinião, Ross affirma, pelo contrario, que a anosmia consecutiva a uma lesão da capsula interna é mais accentuada do que a originada por uma lesão da protuberancia. A raiz *media* do nervo olfactivo parece ter o mesmo destino que a raiz interna.

O cerebello (*pequeno cerebro*) compõe-se de tres lobulos: dous *lateraes* e um *medio* — o *processo vermiforme* e de duas especies de fibras — *pedunculares* e *commissuraes*. Estas ultimas, ou associam a actividade de regiões homologas dos lobulos lateraes, e n'este caso são *transversas*, ou ligam as cellulas corticaes da parte superior do processo vermiforme ás da sua parte inferior, e são *perpendiculares* ás primeiras (fig. 21). A substancia cinzenta que envolve esta massa fibrosa está disposta em pregas que, n'uma secção vertical ou horizontal, imitam as folhas

d'uma arvore; d'ahi a denominação de *arbor vite*.

Na espessura da massa fibrosa e por fóra do lobulo medio encontra-se de cada lado um grosso nucleo de cellulas nervosas, *corpo dentado* ou *rhomboidal* O (fig. 21), singularmente pa-

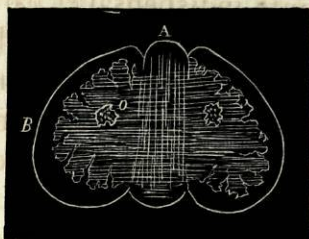


Fig. 21. — Eschema do cerebello representando as fibras comissurales longitudinaes e transversas. A—Lobulo medio ou Processo vermiforme. B—Lobulo lateral. O—Corpo dentado ou rhomboidal.

recido com a oliva, e por isso chamado tambem *oliva cerebellosa*; e na extremidade anterior e inferior do processo vermiforme existem duas pequenas massas de substancia cinzenta, que tiram o nome do seu descobridor: são os *nucleos de Stilling*.

As fibras pedunculares ligam o cerebello ao cerebro (*pedunculos cerebellosos superiores*), á protuberancia (*pedunculos cerebellosos medios*), ao bolbo (*pedunculos cerebellosos inferiores*) e finalmente á

medulla espinhal (*cordões cerebellosos directos*), de que já fallamos atraz.

Os pedunculos cerebellosos inferiores dividem-se em dous feixes, *externo* e *interno*. O feixe interno origina-se em o nucleo de Stilling, dirige-se em seguida para o bolbo, passa por de traz da oliva do mesmo lado, enlaça-se com as fibras da zona radicular anterior (feixe externo), cruza-se na linha mediana com o seu homologo do lado opposto e vae terminar na oliva d'este lado. O feixe externo, conhecido pelo nome de *corpo restiforme*, nasce no corpo dentado e nas cellulas corticaes do cerebello, e é dividido em dous feixes, um interno e outro externo, pelo cordão cerebelloso directo. As fibras do feixe interno terminam umas na oliva do mesmo lado, em quanto que outras passam atravez d'ella, cruzam-se no raphe mediano com as suas homologas e vão terminar na oliva do lado opposto. O feixe externo passa por deante da oliva do mesmo lado, as suas fibras se dissociam e passam umas por de traz das pyramides anteriores e outras por deante das mesmas, e apoz a decussação dirigem-se para a oliva do lado opposto, onde terminam. As fibras cerebellosas que passam por deante das pyramides anteriores são conhecidas pelo nome de *fibras arciformes*.

A fig. 22 mostra o trajecto das fibras dos

pedunculos cerebellosos medios. Ora estas fibras nascem nas cellulas nervosas da camada cortical dos lobulos lateraes do cerebello e dividem em um certo numero de feixes as fibras *longitudinaes* da protuberancia (continuação das fibras pyramidaes do bolbo), cruzam-se com as suas congeneres e terminam na substancia cinzenta da metade opposta da protuberancia, ou no corpo estriado, ou na zona motriz A do hemispherio

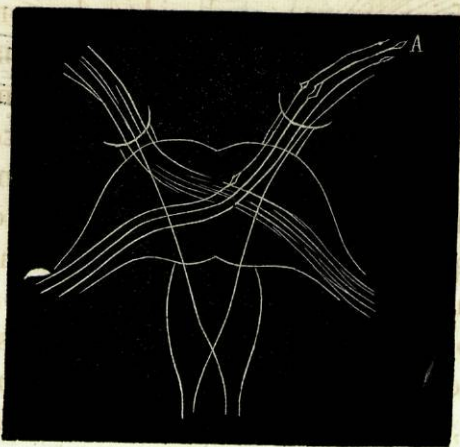


Fig. 22

do lado opposto. É possivel que algumas d'ellas sejam puramente commissuraes, ligando regiões homologas dos lobulos lateraes do cerebello. Os pedunculos cerebellosos medios formam as fibras *transversas* da protuberancia.

As olivas cerebelosas e, talvez ainda, as células corticais do cerebello (face superior e anterior) fornecem dous feixes de fibras — pedunculos cerebellosos superiores F (Fig. 23) — que se dirigem para o par posterior dos tuberculos

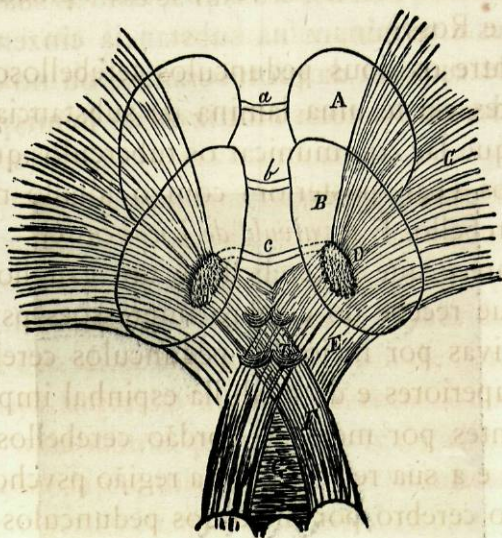


Fig. 23. — Figura esquemática representando o trajecto dos pedunculos cerebellosos superiores. A — Nucleo caudato. B. — Thalamo optico. C — Coroa radiante de Reil. D — Nucleo vermelho visto por transparencia atravez do thalamo optico. E — Pedunculo cerebral. F — Pedunculo cerebelloso superior. G — Valvula de Vieussens. F — Tuberculos quadrigemeos (par anterior e par posterior). a — Commissura anterior do cerebro. b — Commissura media c — Commissura posterior.

quadrigemeos T por baixo dos quaes elles passam, e apóz o cruzamento vão aos *nucleos ver-*

melhos D—dous grupos de cellulas nervosas situadas no tegmentum. Os pedunculos cerebellosos superiores terminam n'esses nucleos, ou nos thalamos opticos B (extremidade postero-externa), ou vão directamente até as circumvoluções centraes do cerebro, como opinam Flechsig e Ross?

Entre os dous pedunculos cerebellosos superiores existe uma lamina de substancia nervosa que faz communicar os tuberculos quadrigemeos (par posterior) com o lobulo medio do cerebello. É a *valvula de Vieussens* G.

Parece que o cerebello é um ganglio motor que recebe do cerebro impressões psychosensitivas por meio dos pedunculos cerebellosos superiores e da medulla espinhal impulsos afferentes por meio do cordão cerebellosos directo; e a sua relação com a região psychomotoriz do cerebro por meio dos pedunculos cerebellosos medios e com a zona radicular anterior por meio dos pedunculos cerebellosos inferiores e da oliva denuncia que o cerebello é um centro nervoso destinado a reforçar e auxiliar, conjunctamente com o eixo cerebro-espinhal, a distribuição qualitativa e quantitativa das correntes centrifugas.

O cerebro compõe-se de dous *hemispherios*,

reunidos entre si principalmente por uma grande commissura transversal — o *corpo calloso*, e de um certo numero de ganglios, dous dos quaes, situados de cada lado da linha mediana, são muito importantes: o *thalamo optico* C, (fig. 18) considerado como efflorescencia do corno posterior e o *corpo estriado* que se acha dividido em dous fragmentos (*nucleo lenticular* A e *nucleo caudato* B) pelas fibras dos pedunculos cerebraes. Este ultimo ganglio, muito mais volumoso do que o primeiro, representa o corno anterior (1). O segmento dos pedunculos cerebraes que fica entre o nucleo lenticular d'um lado e o thalamo optico e o nucleo caudato do outro, é conhecido pelo nome de *capsula interna*; e o leque de fibras que se dirigem para o manto cinzento do cerebro, onde terminam e que não são mais que a continuação da capsula interna para cima, toma o nome de *corôa radiante* de Reil C (fig. 23). Distinguem-se ahi duas especies de fibras — umas

(1) No estado actual da sciencia a hypothese que attribue a elaboração das excitações motrizes ao corpo estriado e das impressões sensitivas ao thalamo optico não está «neither definitely disproved, nor satisfactorily proved» quer nos colloquemos no campo da pathologia clinica, quer no da physiologia experimental. Entretanto, com relação aos thalamos opticos, pode-se affirmar que ha «an agreement both of experimental and pathological evidence in favour of the view that these structures are in some way or other concerned in vision» Foster, op. cit. pag. 638.

levam para o cerebro correntes nervosas centripetas que partem da medulla espinhal, bolbo, protuberancia, cerebello (pedunculos cerebellosos superiores) nucleo vermelho, tuberculos quadrigemeos e thalamos opticos, ao passo que outras conduzem correntes nervosas centrifugas do manto cinzento do cerebro para os corpos estriados, locus niger (?), protuberancia, cerebello (pedunculos cerebellosos medios) (?), bolbo e medulla espinhal. A porção das fibras efferentes ou motrizes que vão do cerebro á face externa do nucleo lenticular formam a *capsula externa*.

Além das fibras pedunculares, chamadas tambem *irradiantes* e que constituem o *systema de projecção* de Meynert, ha no cerebro um outro systema de fibras, conhecido pelo nome de *systema de associação*, e que é muito mais consideravel do que o primeiro (Broadbent). Comprehende duas ordens de fibras *commissuraes* que têm por fim associar a actividade funcional de regiões similares dos dous hemispherios cerebraes, ou ligar duas circumvoluções, dous lobulos, duas regiões, emfim, d'um mesmo hemispherio. As primeiras podem chamar-se *callosas* e formam o corpo calloso A (fig. 24) e a *commissura anterior* do cerebro. Esta commissura tambem conhecida, pelo nome de *corpo calloso*.

accessorio, é composta de fibras que atravessando os corpos estriados ligam entre si os lobulos temporo-esphenoidaes.

As outras duas commissuras do cerebro — a *media* e a *posterior* — estabelecem a communicação, aquella entre os thalamos opticos e a ultima entre os nucleos vermelhos. Apesar dos trabalhos de Broadbent, reina ainda muita obscuridade

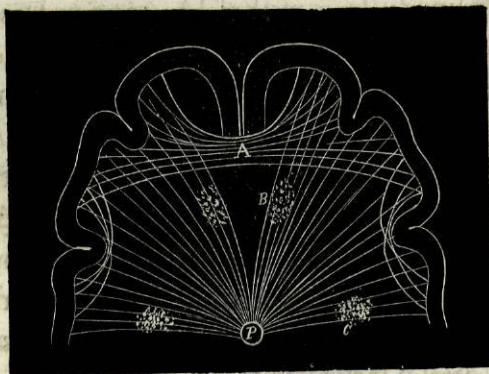


Fig. 24. — Figura esquematica representando o corpo caloso e a terminação dos pedunculos cerebraes nos thalamos opticos, nos corpos estriados e nas circumvoluções do cerebro. A — Corpo caloso. B — Nucleo caudato (corpo estriado). C — Thalamo optico. P — Pedunculos cerebraes.

acerca do tracto das fibras que relacionam entre si dous pontos d'um mesmo hemispherio. Entretanto distinguem-se perfeitamente dous feixes de fibras, que podem chamar-se *commissuras longitudinaes* em contraposição ás callosas

que são *commissuraes transversas*, e que vão dos lobulos occipital e temporo-esphenoidal ao frontal. A este segundo grupo pertencem ainda as fibras que ligam entre si duas circumvoluções adjacentes, e é conveniente observar que muitas d'ellas contribuem indirectamente para a associação bilateral de regiões do cerebro que não recebem as fibras callosas, como mostra a fig. 24.

Dissemos que o cerebro é composto de dous hemispherios; cada um d'elles pôde considerar-se dividido em cinco lobulos: anterior—*frontal*; medio—*parietal*; posterior—*occipital*; inferior—*temporo-esphenoidal*, e finalmente o central—*lobulo da Insula*, o qual só se vê affastando os bordos da fenda de Sylvius S (fig. 25) no momento em que se bifurca em dous ramos, anterior—*ascendente* e posterior—*horizontal*. Entre o lobulo frontal e o parietal existe o sulco de Rolando R; entre o occipital e o parietal, a fenda perpendicular externa P e entre este e o temporo-esphenoidal, o ramo posterior da fenda de Sylvius. A fig. 25 dispensa a descrição da face externa do hemispherio, e a das faces interna e inferior omitto-la por pouco importante.

A substancia cinzenta que fórma a camada cortical do cerebro é composta de cellulas ner-

vasas cuja diferenciação parece ter ido ainda mais longe que as da medulla espinhal. Assim, Ross considera no manto cinzento do cerebro

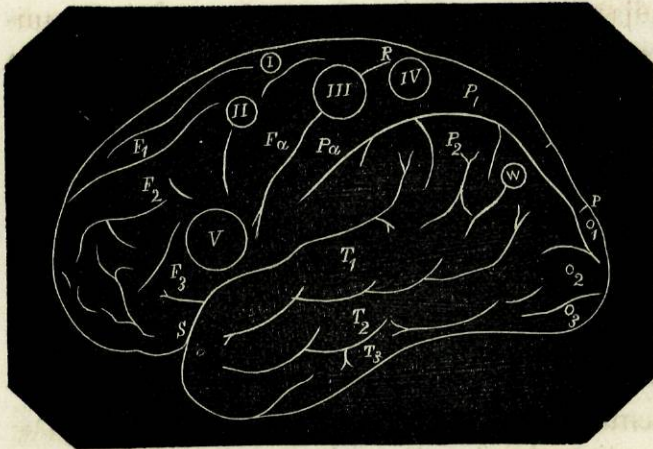


Fig. 25. — Eschema da face externa do hemispherio cerebral. F₁, F₂, F₃ — 1.^a, 2.^a e 3.^a circunvolução Frontal. F_a e P_a — Circunvoluções frontal e parietal Ascendentes. P₁ e P₂ — Parietal superior e Parietal inferior. F₁ F₂ e F₃ — 1.^a, 2.^a e 3.^a circunvolução temporo-esphenoidal. O₁, O₂ e O₃ — 1.^a, 2.^a e 3.^a circunvolução Occipital. R — Sulco de Rolando. S. — Fenda de Sylvius. P — Fenda perpendicular externa. I — Centro que preside aos movimentos da cabeça e do pescoço. II — Centro dos movimentos dos labios. III — Centro dos movimentos do membro superior. IV — Centro dos movimentos do membro inferior. V — Centro da linguagem articulada. W — Centro dos movimentos dos olhos.

tres zonas ou areas (I): anterior que elle chama *ideational* e que nós podemos denominar *psy-*

(I) James Ross, A treatise of the Diseases of the nervous system, tom. II, pag. 337 — 359 — 1883.

chica; media — *psycho-motriz* (1) e, por ultimo, a posterior — *psycho-sensitiva*. Mas se abundam provas em favor da existencia da região *psycho-motriz*; se a zona *psychica* póde justificar-se talvez pelo enfraquecimento intellectual que se observa consecutivamente á extirpação da porção anterior do lobulo frontal; a localisação dos cen-

(1) De todas as localizações *psycho-motrices* a mais bem estudada é certamente a localisação da linguagem. Com effeito sabe-se hoje que tres regiões do cerebro — a *circumvolução temporo-esphenoidal* que recebe os órgãos terminaes do nervo acustico, o *lobulo da Insula de Reil* e a *circumvolução de Broca F₃* (fig. 25) — intervém nas variadas operações da linguagem; e as lesões d'estas differentes regiões, ou das fibras que fazem communicar umas com as outras dão origem a quadros morbidos perfeitamente distinctos. Assim « dans les lésions de la *circumvolution temporo-esphénoidale*, l'individu ne comprend plus du tout ce que son oreille entend; dans les lésions de l'écorce de l'insula, il y a diminution dans l'approvisionnement des idées; dans celle de la *circumvolution de Broca*, l'intelligence et les idées, ne sont pas atteintes, mais ce sont les images tonales, la traduction des idées en mots qui font défaut. Quand c'est la connexion entre la *circumvolution temporo-esphénoidale* et l'insula qui est lésée, l'intelligence demeure parfaite, l'individu entend et comprend, mais il ne peut répondre à la question qui lui est faite parce que la voie qui doit suivre la réponse se trouve interrompue. En revanche il est en état d'exprimer ses desirs.

Lorsqu'il y a lésion de la connexion entre l'insula de Reil et la *circumvolution de Broca*, l'individu prévoit bien l'idée, mais il lui est devenu impossible de la traduire verbalement vue la rupture des communications.» Huguenin, Ueber Aphasie, cité par M. J. Bex dans la Revue des Sciences médicales en France et à l'Etranger, pag. 152 — numero de julho de 1884.

tros psycho-sensitivos, apesar dos trabalhos de Ferrier e Munk, deixa ainda muito a desejar (1).

(1) A exemplo dos centros psycho-motores que têm a seu cargo o movimento da cabeça, do pescoço, dos labios, dos membros superiores e inferiores, etc., admittiu-se tambem no bolbo e na medulla espinhal a existencia de um certo numero de *centros* e suppõe-se que elles presidem ás diferentes funcções organicas. Assim no bolbo existem os seguintes centros: 1.º centro *respiratorio*; 2.º centro *vaso-motor*; 3.º centro *cardiaco*; 4.º centros que presidem ao mecanismo da *deglutição*, aos *movimentos* do *esophago* e do *estomago*, á *secreção da saliva*, e a este ultimo « may be associated the centre through which the vagus influences the *secretion of pancreatic juice*, and possibly of the *other digestive juices* » Foster, op. cit. pag. 642.

Na medulla espinhal, o distincto collaborador de Ferrier, Gerald Yeo admite a existencia de duas ordens de centros: *reflexos* e *automaticos*. Os primeiros são em numero de quatro: 1.º centro destinado a assegurar a *retenção* da urina pela contracção tonica do esphincter vesical, e parece que elle é provavelmente « kept in action by impulses arriving from the bladder by the afferent nerves, passing from its walls to the spinal cord. » 2.º centro que preside á *evacuação* da urina, e o qual é « excited by impulses arriving from the urethra, near the neck of the bladder »; 3.º centro *genital*, e 4.º centro que preside á *defecação*, o qual poderia, á semelhança do centro vesical, ser dividido em dous, um para a *retenção* e outro para a *evacuação* das materias fecaes.

Os centros automaticos são classificados, como segue: 1.º centros *vaso-motores*, subordinados ao centro vaso-motor situado no bolbo; 2.º centros da *sudação*, que Yeo considera como « separate centres » dos centros vaso-motores; 3.º centros que mantêm em contracção tonica os musculos estriados e lisos. D'estes ultimos centros elle especialisa um, situado na medulla cervical « which keep the dilator muscle of the iris partially contracted » e acrescenta que « a narrowing of the pupil has been described as following injury of the this region ». Gerald Yeo, Manual of Physiology, pag. 526 — 537 — 1884.

Entretanto parece que o principio das localizações cerebraes vae perdendo o terreno dia a dia.

A incerteza da séde dos centros psycho-sensitivos é tão grande; o desacordo entre os resultados a que têm chegado os diversos sabios, collocando-se quer no campo da pathologia clinica, quer no da physiologia experimental, é tão profundo, que já se suscitam duvidas ácerca da interpretação dos factos clinicos e experimentaes que nos levaram a admittir a existencia no manto cinzento do cerebro de centros psycho-motores.

Por outro lado, recentemente, o Dr. Vincenzi affirma que, em certas regiões do systema nervoso a que se attribuem funcções motrizes, encontram-se tambem elementos sensitivos, ainda que em pequeno numero, e deixa vêr que no cerebro não ha centros exclusivamente motores, nem exclusivamente sensitivos.

A' vista d'isto, em vez de considerar o systema nervoso como uma collecção de órgãos isolados, cada um dos quaes executa independentemente d'outros uma funcção determinada, não é mais racional suppor que é antes uma grande machina, integrada n'um todo, cuja organização é muito complexa e que os differentes

elementos que a constituem respondem pela acção e reacção de uns sobre outros, de modos variadissimos, aos diversos estímulos conforme a sua natureza e intensidade? (1)

(1) Foster, op. cit. pag. 635.



CAPITULO II

O OLHO



MAGINE o leitor uma caixa pintada de preto por dentro, tendo na sua parede anterior uma abertura circular a que se adaptou um vidro de relógio, e no fundo uma placa photographica. Um olho assim construído tão sómente nos permitiria distinguir a luz das trevas, o dia da noite.

Se, porém, a caixa estivesse cheia de agua (1) eu poderia obter a imagem de um objecto qualquer, a chamma da vella de estearina, por exemplo, situada a uma distancia conveniente. Mas a imagem ganharia em nitidez se por ventura

(1) O indice de refração da agua, do humor aquoso e do humor vitreo é approximadamente o mesmo.

eu introduzisse na caixa uma lente biconvexa, e ao mesmo tempo perderia a aureola luminosa que a cerca, se tivesse o cuidado de interceptar os raios luminosos marginaes ou excentricos por meio de um diaphragma collocado adeante da lente.

Eis ahi, pois, um aparelho singularmente parecido com o olho humano. A caixa representa a *esclerotica*, o vidro de relógio a *cornea*, a camada de tinta preta a *choroidea*, o diaphragma a *iris*, a abertura central do diaphragma a *pupilla*, a lente o *crystallino*, a agua contida nos dous compartimentos ou *camaras* (anterior e posterior) em que se acha dividida a caixa pela interposição da lente o *humor aquoso* e o *humor vitreo*, e finalmente a lamina sensivel a *retina* (1).

Mas é preciso notar que a iris não é um diaphragma ordinario, porque não se limita

(1) Protegido pelas palpebras, o olho acha-se alojado n'uma cavidade chamada *orbita* e assenta sobre uma almofada feita de gordura. E movido por 6 musculos: 4 *rectos*—*r. superior*, *r. inferior*, *r. externo* e *r. interno* e 2 *obliquos*, *superior* e *inferior*. Os primeiros fazem mover o olho (eixo antero-posterior) respectivamente para cima, para baixo, para fóra e para dentro; e os ultimos fazem principalmente rodar o olho em volta do seu-eixo antero-posterior, o musculo obliquo superior puchando a parte superior do olho para dentro e o obliquo inferior a parte inferior do olho tambem para dentro. A transparencia da *cornea* é garantida pela secreção das glandulas lacrimaes.

unicamente a interceptar os raios luminosos mais afastados do eixo optico e, portanto, evitar que se dê o phenomeno da aberração de esphericidade; mas ainda, graças ás fibras musculares annulares e radiadas de que é formada, regula a admissão da luz no interior do olho, dilatando ou contrahindo a pupilla, conforme o objecto se acha fracamente ou intensamente illuminado.

Depois, o cristallino é composto de um certo numero de camadas concentricas cujo poder refringente augmenta de fóra para dentro; e sabe-se que esta curiosa disposição contribue para que o cristallino refracte a luz mais fortemente do que uma lente ordinaria, feita de substancia homogenea e que possuísse o poder refringente do nucleo central do cristallino.

Ha mais: o cristallino é elastico, e no olho em repouso a sua elasticidade é contrabalançada em parte pela do *ligamento ciliar*, chamado tambem *ligamento suspensor*, porque prende o cristallino aos *processos ciliares* (choroidea); de sorte que se cortassemos o ligamento, ou diminuíssemos a sua tensão, a elasticidade do cristallino entraria em jogo mais desafogadamente, e tanto mais quanto mais livre estivesse da pressão do ligamento ciliar, e o cristallino tornar-se-hia mais convexo e, por conseguinte, mais refringente.

Ora, no ponto em que a cornea se continúa com a esclerótica, existe um musculo, conhecido pelo nome de *musculo ciliar* ou *tensor da choroidea*, que pela sua contracção faz distender esta membrana, relaxar o ligamento ciliar; e, conforme a contracção fôr mais ou menos energica, o cristallino será mais ou menos convexo. Assim, por meio de um mecanismo verdadeiramente engenhoso, nós obtemos imagens nitidas de objectos como a penna com que escrevo e as myriadas de estrellas que constellam o firmamento, a primeira situada apenas a distancia de alguns centímetros e as ultimas a distancias tão consideraveis que as nossas unidades de comprimento se tornam inteiramente insufficientes, a uma distancia por assim dizer, infinita.

O conjuncto de modificações, que se operam no olho e nos permitem vêr egualmente bem os objectos situados longe ou perto de nós, recebeu o nome de *accommodação*.

Convém observar que as variações no poder refringente do cristallino são unicamente devidas ás mudanças que soffre a sua face anterior (fig. 26). Com effeito, collocae uma luz adeante e um pouco ao lado do olho em observação, e vereis immediatamente uma imagem brilhante e direita produzida pela cornea que

funciona como um espelho convexo. E logo, a um exame cuidadoso, vos apparecerão mais duas imagens, uma direita e outra invertida, aquella muito maior e esta muito mais pequena do que a imagem fornecida pela cornea; ambas devem a sua origem ás duas faces do cristallino, das quaes a anterior actúa como um espelho convexo e a posterior, como um espelho concavo. Supponhamos agora que a

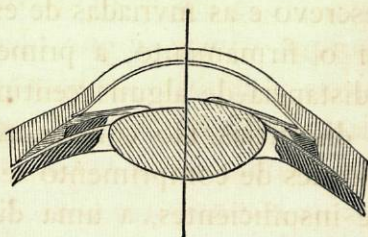


Fig. 26. — Figura eschematica representando as variações da curvatura da face anterior do cristallino durante a accommodação.

pessoa, deante da qual collocamos a luz, tem a vista accommodada para longe; se, porém, transportar a vista para um objecto proximo, por exemplo: olhar para a vossa mão, então notar-se-ha que as duas imagens produzidas pela cornea e pela face posterior do cristallino não soffrem modificação alguma, ao passo que a que é originada pela face anterior do

cristallino torna-se mais pequena. Ora é sabido que nos espelhos convexos a imagem é tanto mais pequena, quanto maior é a sua convexidade, isto é, sendo todas as outras condições eguaes, a grandeza da imagem nos espelhos convexos exprime-se em funcção da sua curvatura.

Finalmente, a superficie da retina humana é espherica, em quanto que a lamina sensivel da camara escura de agua que acima descrevi é plana. Nova prova em favor da superioridade do olho, porque a imagem que a lente convergente projecta é tambem espherica; donde resulta praticamente a vantagem do augmento do campo visual, como se vae vêr. Effectivamente, seja uma lente biconvexa L (fig. 27); fazendo centro em L e com um raio igual á distancia que vae de L á placa sensivel P , eu descrevo um arco de circulo ab . Este arco pode muito bem ser a imagem d'uma linha recta. Ora, quando a lamina sensivel é a retina, a face convexa da imagem ab ajusta-se perfeitamente á face concava da retina R ; mas se esta fôr substituida pela placa photographica P , então não podemos obter imagem nitida senão da parte correspondente ao segmento medio cd , porque os raios luminosos que partem dos extremos da recta só encontram a placa, já depois que começaram

a divergir, apoz a convergencia operada pela lente, isto é, quando a imagem decomposta, desfeita, dispersa nos raios, viaja novamente para o infinito. E' por isso que a grandeza das imagens photographicas têm um limite; que

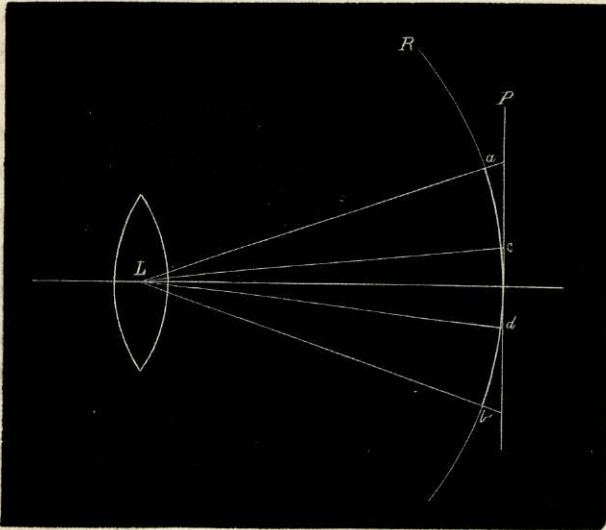


Fig. 27. — L — Lente. R — Retina. *ab* — imagem d'uma recta.
P — Placa photographica.

os photographos, quando querem obter uma imagem nitida, aproveitam apenas a porção central da placa sensivel, e, quando procedem d'outra sorte, obtêm imagens cujos contornos são confusos, indistinctos, irregulares, deformados. Sirva de exemplo uma photographia represen-

tando em ponto grande o angulo perpendicular d'uma casa (1).

Agora o reverso da medalha, « *la gaucherie des forces créatrices* », segundo a phrase expressiva de Aug. Laugel.

A retina humana é uma membrana extremamente delgada cuja espessura varia entre um e quatro decimos de millimetro, e todavia é composta de nada menos de 9 estratos, no ultimo dos quaes, a contar de deante para traz, os cones e os bastões, dispostos com alguma symetria e perpendicularmente á superficie da retina, formam um mosaico. Estes delicados órgãos, justamente considerados como receptores ou transformadores do movimento luminoso, ou talvez da energia chimica, gerada pelas vibrações ethereas actuando sobre o pigmento retiniano (2),

(1) Bernstein, *Les Sens*, pag. 53—1876.

(2) Segundo Boll, existe na camada mais externa da retina humana, em volta dos bastões, uma materia córante — a *purpura visual* — sensivel á acção da luz e que soffre modificações que variam com a qualidade da côr. Todavia parece que não ha relação de causalidade entre a presença d'essa substancia na retina e a sensação da luz e das côres, porque no homem a purpura visual não se encontra na mancha amarella, que é, como se sabe, a região da visão distincta. Além d'isto, ha animaes (morcêgo, pomba, gallinha, etc.) cuja retina se distingue pela ausencia do pigmento e que todavia indubitavelmente vêem muito bem. Finalmente experiencias feitas em rãs demon-

são outros tantos dedos invisíveis que tocam os objectos a distancia, exploram o espaço, devasam o infinito.

Infelizmente, porém, ao contrario do que se observa na placa photographica, a sensibilidade da retina ao estimulo da luz não é igual em todos os seus pontos. Com effeito, quando lançamos os olhos sobre um quadro, não vemos igualmente bem todas as suas partes: ha uma porção do quadro—bastante limitada, é verdade, relativamente á extensão do campo visual—que vemos distinctamente, e é precisamente aquella sobre que o nosso olhar se fixa directamente (*visão directa*) e projecta a sua imagem no centro da retina, onde existe uma pequena depressão produzida pela ausencia completa de fibras do nervo optico, (as quaes, affastando-se n'esse sitio, formam um anel) e pelo adelgaçamento das outras camadas, á excepção da ultima que se dis-

stram que, apoz a destruição da purpura visual, ellas sentem a luz e as côres tão bem como d'antes.

Mas, além da purpura visual, ha na camada peripherica da retina cellulas epitheliaes contendo granulações pigmentares que são sensíveis á acção da luz, como o pigmento das cellulas epidermicas da rã e o protoplasma de certos infusorios unicellulares; e, parece que essas granulações, pelas mudanças que experimentam sob a influencia da luz na sua fórma e no seu arranjo, transmittem ás extremidades periphericas das fibrillas do nervo optico o effeito mecanico das ondas ethereas mais ou menos amplificado.

tingue pela presença de um grande numero de cones. Esta depressão, conhecida pelo nome de *mancha amarella* B (fig. 28), por causa da côr do pigmento que ahi se encontra, é a porção da retina onde as imagens adquirem a maxima nitidez, e todos sabem que a nitidez da imagem é condição imprescindivel da visão distincta.

As restantes partes do quadro que a nossa

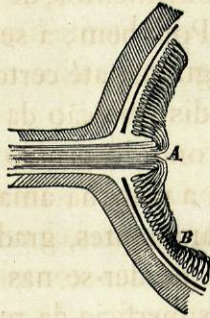


Fig. 28. — Eschema da retina humana. A — Punctum cœcum.
B — Mancha amarella.

vista abraça (*visão indirecta ou obliqua*) projectam sobre a membrana sensivel do olho imagens que são tanto mais confusas, quanto mais affastadas se acham da mancha amarella.

O leitor já viu alguma vez os magnificos e terriveis quadros da crua e audaciosa pintura da miseria humana de Rembrandt? No centro do quadro um pedaço de boa luz onde se sente palpitante a alegria de toda uma familia humana; em

volta e a diversas distancias, personagens em attitude dramatica, cobertos de farrapos, envoltos em espessas sombras apenas temperadas pelos reflexos, pela claridade baça que irradia do centro; os membros enregelados pelo frio intenso proprio das regiões visinhas do pólo; o olhar turvo, desvairado e o rosto onde a mão do infortunio escreveu em caracteres indeleveis todo um poema de soffrimentos, de torturas, de misérias, de dôres! Pois bem; a sensibilidade da retina pôde ser figurada até certo ponto eschematicamente pela distribuição da luz n'um quadro de Rembrandt, onde o centro luminoso e doirado representa a mancha amarella, e a luz que, por meio de cambiantes, gradualmente se vae dissolvendo até perder-se nas mais densas trevas, o resto da superficie da retina.

Entretanto a natureza disfarça, corrige este defeito da nossa retina, porque, graças á mobilidade do olho e da cabeça, nós podemos percorrer com a vista todos os pontos de um dado objecto, com uma rapidez verdadeiramente assombrosa (1). Assim julgamos vêr tudo e bem, porque podemos vêr tudo e bem.

(1) Segundo as experiencias mais recentes sabe-se que gastamos 0,005 de segundo para mudar o olhar d'um ponto para outro, e este tempo diminue mais ainda se adicionarmos ao movimento dos olhos o da cabeça.

Mas não para só n'isto a imperfeição da retina, porque ainda ha a considerar a *dischromatopsia* ou *daltonismo* que normalmente existe em todos os olhos, e em virtude do qual certas partes da retina são completamente insensíveis (1) a certas côres do espectro. Uma experiencia bem simples põe em relevo a cegueira da retina relativamente à côr vermelha. Com effeito, olhae para um vaso de geraneos e percebereis immediatamente a côr vermelha das suas flores e a côr verde das suas folhas; desviae em seguida o vosso olhar para o lado, lentamente, de maneira que a imagem das flores e das folhas vá incidir sobre a zona peripherica da retina; então a côr vermelha desaparecerá do vosso campo visual e continuareis a perceber a côr verde e até distinguir os contornos da planta. Ora, como a porção da retina mais affastada da mancha amarella é insensivel aos raios vermelhos do espectro, é claro que, n'um aposento forrado de papel onde predominam muito as tintas vermelhas, uma grande parte do nosso campo visual deverá ser coberto de penumbra mais ou menos espessa. D'onde resulta praticamente a difficuldade de allumiar aposentos em semelhantes condições.

(1) Veja-se mais adeante o capitulo: A Luz e as Côres.

Finalmente ha na retina uma região que se faz notar pela ausencia completa de cones e bastões, e que é absolutamente inerte a todo e qualquer estímulo da luz. E' o *punctum caecum* A (fig. 28) e corresponde á entrada do nervo optico no olho. Ora até o seculo xiv ninguem suspeitou a existencia d'esta falha na retina, e por conseguinte no campo visual, falha que Mariotte descobriu por meio da seguinte engenhosa experiencia: Fechae o olho esquerdo e olhae fixamente para a letra *v* e vereis *v* e *S*; *v* pela visão

v

S

directa e *S* pela visão indirecta. Approximae o livro lentamente sem tirar o olhar da letra *v*; deixareis de vêr *S* quando o livro estiver a distancia de cerca de 25 centímetros. Continuae a approximar o livro, e a letra *S* tornará a apparecer no vosso campo visual. Quereis agora saber a razão d'este curioso phenomeno que nos permite vêr individuos sem cabeça, uma vez que tenhamos o cuidado de nos collocarmos a uma distancia conveniente e fechar préviamente um dos olhos?

E' que a principio a letra *v* forma a sua imagem na porção da retina situada dentro do punctum cœcum, depois no punctum cœcum e finalmente entre esta ultima região e a mancha amarella.

E não se diga que é um defeito sem importancia que affecta apenas um ponto da retina, como o seu nome parece inculcar; não, esta falha da retina no campo visual equivale, quando olhamos para o céo, a um espaço que corresponde a 11 vezes o diametro apparente da lua cheia.

Quando esta cegueira se estende a toda a retina, os individuos affectados d'esta enfermidade não distinguem a côr do vinho da côr da garrafa que o contém, e para elles, como dizia Arago: *As cerejas nunca amadurecem.*

Se ao menos os meios refringentes do olho fossem perfeitamente limpidos, transparentes; mas não: na cornea ha estrias e linhas ondedas; no humor aquoso, mucosidades; no crystallino, pequenos corpusculos (*corpos entopticos*) e linhas escuras dispostas em fôrma de estrella; e finalmente no humor vitreo, nucleos, cordões de perolas, fragmentos de membranas — e toda essa poeira mais ou menos opaca, interpondo-se

no trajecto dos raios luminosos, nos rouba uma certa quantidade de luz. E como se isto não fosse bastante, em quanto que os nucleos e os cordões de perolas se agitam em danza macabra no humor vitreo (*musca volitantes*) e do que só damos fé quando olhamos para uma superficie lisa como uma parede caiada de branco ou um pedaço de céu illuminados pela luz solar — a rêde vascular, que tem a seu cargo provêr a nutrição da retina, intercepta uma parte dos raios luminosos antes de chegarem á camada dos cones e dos bastões.

Quer o leitor verificar, sem o auxilio do ophthalmoscopio, a existencia da rêde vascular na retina humana? Penetre n'uma salla forrada de papel muito escuro, munido d'uma luz pequena e brilhante; colloque esta do lado externo do olho, de maneira que os raios luminosos vão incidir obliquamente sobre a retina e verá na parede linhas escuras divergentes destacando-se no fundo claro d'uma grande mancha circular. Imprima á luz um movimento de vae-vem de cima para baixo, ou da direita para a esquerda, e *vice-versa*, e as linhas deslocar-se-hão como se fossem sombras projectadas por um corpo opaco situado no trajecto da luz. Essas sombras são conhecidas pelo nome de *figuras* ou *imagens de Purkinje*.

*

Vejamos por ultimo se o aparelho dioptrico do olho está isento da aberração de esphericidade e de refrangibilidade.

Durante muito tempo, accreditou-se que o olho humano era perfeitamente achromatico; mas Dollond foi o primeiro que assignalou a existencia d'essa imperfeição no olho, e Fraunhöffer mediu o grao d'ella. Uma experiencia bem simples põe em relevo este defeito do nosso olho. Com effeito, collocae o busto de Camões á distancia da visão distincta e supponde que é banhado pelo fluido habitual—a luz branca, diffusa do sol; projectae sobre o busto um jacto de luz vermelha; ora, como os raios vermelhos são os menos refrangiveis de todos, tendem a formar o fóco atraz da retina, e por isso, para que vós possaes vêr nitidamente o busto do nosso primeiro epico, é mister approximal-o do olho. Repeti a experiencia com a luz violeta, n'este caso não se obtem a imagem nitida do busto senão affastando-o do olho, porque os raios violetas, como já vimos quando estudamos a refracção da luz, são os mais refrangiveis de todos, e por isso tendem a formar o fóco adeante da retina. Felizmente, porém, o defeito não tem grande importancia quando se trata da luz solar, e o nosso olho pôde considerar-se sufficientemente achroma-

tico para os objectos situados a distancia da visão distincta.

Quanto á aberração de esphericidade, é certo que a iris a corrige parcialmente interceptando os raios marginaes, e por outro lado, como as superficies dioptricas da cornea e do cristallino são ellipsoidaes e não esphericas, e o poder refringente d'este ultimo diminue do centro para a periphèria, vê-se que ambas estas causas contribuem para o mesmo resultado, desviando menos os raios luminosos mais affastados do eixo optico.

Todavia observa-se no olho um grave defeito — o *astigmatismo* — que não é mais que uma fôrma da aberração de esphericidade. É que as superficies da curvatura da cornea e do cristallino são assymetricas: dous meridianos, um vertical e outro horizontal, não pertencem ambos a circulos do mesmo raio. Ordinariamente o meridiano vertical é mais convexo do que o horizontal, e é por isso que de duas rectas iguaes, uma vertical e outra horizontal, aquella parece ser maior do que esta, e um quadrado afigura-se-nos ser um rectangulo. E como esta assymetria affecta n'um certo grao todos os meridianos e encontra-se quasi em todos os olhos, d'ahi resulta que um ponto luminoso, uma estrella parece-nos uma figura radiada,

quando nós a deveríamos vêr como um pequeno circulo de luz.

Finalmente os centros da mancha amarella, do cristallino e da cornea não estão todos n'uma mesma linha.

Muita razão tinha, pois, Helmholtz quando disse: «As imperfeições do apparelho optico, incluindo as que se observam no dominio da sensação visual são tantas que parece que a Natureza quiz de proposito accumular as contradicções para tirar todo o fundamento á doutrina da harmonia preexistente».

PARTE TERCEIRA

A FUNCÇÃO



CAPITULO I

ESPIRITO E SENSAÇÃO

ESTAMOS em agosto. São 6 da manhã. Ondas de luz diffusa acompanhadas de fresca aragem penetram no meu gabinete de trabalho. Lá fóra a athmosphera polvilhada com a luz de oiro do sol envolve n'um só manto casas e arvores. Mas á proporção que o astro do dia se vae aproximando do zenith a temperatura eleva-se e o thermometro que tenho deante de mim marca successivamente 24°, 25°, 26°, 27°. Á noite, porém, o tempo arrefece e o thermometro baixa rapidamente a 16 graos.

Ora na Natureza o nosso espirito é como o thermometro no meu gabinete de trabalho. Assim como a columna mercurial, elevando-se ou deprimindo-se, dilatando ou contrahindo, in-

dica as variações thermicas produzidas no meu gabinete; assim as sensações que experimentamos nos traduzem as propriedades da materia, os estados e as mudanças que se operam na natureza.

Para um chimico, C significa carbono, CH^4 gaz dos pantanos, $\text{C}^2\text{H}^6\text{O}$ alcool ordinario, $\text{C}^2\text{H}^4\text{O}^2$ acido acetico ou vinagre, etc. As sensações são tambem uma notação, symbolos por meio dos quaes o nosso espirito interpreta a natureza e define tudo que nos cerca. Assim, quando digo que esta penna é *dura* e *lisa*, isto significa que palpando-a sinto uma certa resistencia, e correndo a mão ao longo da haste experimento uma sensação identica á que produz em mim uma superficie polida. O papel sobre que escrevo é de *côr azul*, quer dizer que possui uma textura de tal ordem que exposto a uma luz conveniente desperta em mim uma sensação de *côr azul*.

Mas o que vem ser uma sensação?

É uma affecção da alma, modo de ser do espirito, estado da consciencia; primeiro acontecimento interior, ordinariamente determinado pelo choque dos objectos externos; é o traço de união que prende a serie psychica á physiologica e physico-chimica; é uma especie de pequeno crystal que indefinidamente e diversa-

mente «ajouté à lui-même engendre la masse totale de nos connaissances». (1) As sensações são como os atomos-chimicos, de cuja combinação resultam os differentes compostos denominados percepções, ideias, etc. E assim como a analyse chimica, como que joeirando as substancias as mais diversas, achou 60 e tantos elementos irreductiveis, chamados corpos simples, assim tambem a analyse psychologica de redução em redução chegou ás sensações.

E cousa singular, se em chimica os curiosos phenomenos de dimorphismo e allotropia, os delicados trabalhos de analyse espectral de Norman Lockyer, os interessantes estudos sobre a função periodica dos pesos atomicos de Mendeléeff conspiram para a hypothese da unidade da materia, em psychologia egualmente se entrevê a reductibilidade das sensações umas nas outras; mas o que é incontestavel é que no momento actual da sciencia uma sensação de luz é tão distincta da sensação de som, como o oxygenio do hydrogenio.

O nosso espirito, alma, ou como queiram chamar, é um composto como a terra que habitamos. Os corpos simples que entram na sua

(1) H. Taine, *Le Positivisme anglais: Etude sur Stuart Mill* pag. 25 — 1878.

composição são as differentes sensações, e as percepções, ideias, juizos, emoções, volições, são comparaveis ao granito, feldspatho, quartzo, plantas e animaes.

Ou ainda, as sensações são o alfabeto e o espirito um livro, escripto em tantos idiomas quantos os orgãos de sentidos, e cujas laudas não se encheram d'uma só assentada, mas, pelo contrario, lentamente, successivamente, durante uma serie incommensuravel de seculos. D'aqui resulta que os caracteres da maior parte do livro se acham mais ou menos completamente obliterados, a ponto de muitas vezes o texto tornar-se absolutamente illegivel e a sua decifração inteiramente impossivel. A primeira lauda é como o terreno primitivo sobre que assentam as diversas camadas geologicas, ou a concha do Atlantico que supporta o peso de milhares de milhões de kilogrammas de agua.

Assim não conhecemos senão a epiderme das cousas: o envolucro prateado da Lua, a crusta accidentada da Terra e uma pequena parcella do Espirito — os ultimos capitulos do livro. A grande massa dos phenomenos nervosos que não transpõem os umbraes da consciencia são para nós um mysterio, como o é o interior do planeta que habitamos. Sómente de tempos a tempos, graças aos infinitos recursos

que a sciencia põe á nossa disposição, conseguimos decifrar algumas linhas que a esponja do Tempo apagou para sempre, assim como o *Travailleur* recolheu, ha pouco, das profundezas do Atlantico. exemplares ineditos d'uma fauna singularmente extraordinaria.

Ora na sensação visual, como em todas as outras especies de sensações, distinguem-se dous elementos: *quantidade* (ou intensidade) e *qualidade* da sensação. É, pois, ao seu estudo que vamos consagrar os dous capitulos que seguem.



CAPITULO II

LEI PSYCHO-PHYSICA DE FECHNER

RENHO sobre a banca de trabalho um pesa-papeis, de fôrma hemispherica, a fingir uma redoma de vidro em miniatura, cobrindo uma paisagem onde predomina as tintas verdes do musgo e da relva do prado, ou um bouquet de pequeninas e delicadas flores, capricho da phantasia do artista. Quando pego no pesa-papeis experimento uma sensaçã de peso. Em seguida junto-lhe uma moeda de cobre—um vintem, por exemplo—e nòto que a minha sensaçã de peso se tornou mais intensa. Repito a experiencia com o bello livro de Helmholtz, a *Optica physiologica*, e, cousa singular! não sinto o peso adicional do vintem; mas, substituindo a moeda de cobre pelo pesa-papeis, observo um

accrescimo de intensidade na sensação primitiva de peso, e este accrescimo é inferior á intensidade da sensação de peso que experimento quando tenho na mão sómente o pesa-papeis; ou, por outras palavras, o pesa-papeis parece perder uma parte do seu peso quando figura como peso adicional.

Por uma coincidência notavel, a sensação visual nos offerece um phenomeno inteiramente analogo. Com effeito, n'uma noute de luar vejo distinctamente as estrellas (representam o vin-tem na experiencia anterior) que constellam o firmamento e o disco brilhante da lua (pesa-papeis) que finge uma moeda de prata 10 a 12 vezes maior do que a corôa portugueza; mas de dia (o sol representa o livro de Helmholtz) em vão procuro as estrellas na abobada celeste, e todavia eu sei que ellas scintillam tanto de dia como de noute, que são outros tantos soes muitas centenas de vezes maiores do que o nosso e, como este, encarregadas de enviar ondas de calor e de luz aos milhares de mundos, onde entretêm a vida dos seus habitantes animaes e vegetaes. E a lua, essa, vejo-a pallida, sem brilho, sem aquella luz prateada que inspira o idillio e convida para a meditação.

D'estas experiencias resulta claramente que uma mesma excitação pôde, segundo as condi-

ções em que actúa, provocar em nós uma sensação mais ou menos intensa e até, ás vezes, passar completamente desapercibida; e, como o pesa-papeis parece perder uma parte do seu peso quando o juntamos ao livro de Helmholtz e a lua o seu brilho deante da luz solar, podemos estabelecer a seguinte lei: *a intensidade da sensação cresce mais lentamente do que a intensidade da excitação.*

Ora sabe-se que uma balança que é sensível a um milligramma não serve para pesar arrobas, e reciprocamente uma balança que pesa arrobas não poderá accusar senão diferenças de peso equivalentes a um certo numero de grammas. Mas os nossos órgãos de sentidos são instrumentos a um tempo delicados e grosseiros — delicados como uma balança do laboratorio, quando se trata de excitações fracas e grosseiros como uma balança da alfandega, quando se trata de excitações fortes. E' que a nossa sensibilidade ora se exalta, ora se embota; o espelho das nossas sensações ora brilha, ora empallidece. E o que seria do pintor se assim não fosse? Como poderia elle com uma paleta tão pobre e com tintas cuja intensidade é tão fraca que o sol de Claudio Lorrain, segundo Aug. Laugel, é photometricamente

inferior a luz da peor vella (1), como poderia elle, repito, dispondo de tão fracos recursos, copiar uma paisagem esbatida pelo sol dos tropicos ou fixar na t'ela as esplendidas irisações da Natureza?

Mas não basta apenas indicar vagamente que existe uma relação entre a excitação e a sensação; é necessario ainda vêr se é possível definir essa relação, isto é, achar uma lei que nos permita affirmar de quanto o accrescimento de intensidade da sensação é inferior ao accrescimento de intensidade da excitação (2).

E' sabido que a altura do som, ou o tom é uma funcção do numero de vibrações executadas por um corpo sonoro n'um segundo, e quando este numero cresce de 2, 4, 8,... o tom eleva-se de 1, 2, 3,... oitavas; d'aqui a seguinte lei: *a intensidade da sensação acustica cresce n'uma progressão arithmetica, ao passo que a intensidade da excitação (vibrações sonoras) cresce n'uma progressão geometrica, ou a sensação acustica cresce como o logarilhmo da excitação.*

Será possível estender esta lei á sensação visual? Weber, Fechner, Delboeuf, Wundt respondem affirmativamente. Com effeito, sejam A

(1) Auguste Laugel, L'Optique et les Arts pag. 89—1869.

(2) Th. Ribot, La Psychologie allemande contemporaine (Ecole expérimentale) pag. 168—1879.

e B dous pesos; a experiencia mostra que B deve ser $= 1$ gramma, se $A = 3$ grammas; $B = 1$ hectogramma, se $A = 3$ hectogrammas; $B = 1$ kilogramma quando $A = 3$ kilogrammas; isto é, para que o peso adicional B seja sentido é mister que elle esteja para o peso primitivo A, como 1 para 3.

Substituí agora os pesos por duas vellas de stearina; uma regoa, collocada deante de um pára-luz, projecta sobre este ultimo duas sombras A' e B' correspondentes ás duas luzes A e B. Affastae a vella B do pára-luz, e vereis que a sombra B' vae-se desvanecendo pouco a pouco, até que chega um momento em que desaparece completamente, ainda que *desapparece* não seja bem o termo proprio, porque a sombra existe sempre, « fait tache » na face illuminada do pára-luz; mas nós é que a não vêmos, assim como tambem não vêmos de dia a luz das estrellas. Approximae a vella B do pára-luz, a sombra B' torna a apparecer e esta reaparição marca precisamente o momento em que começamos a perceber a luz adicional B.

Que relação existe entre a intensidade da luz B e a da luz A?

Quando estudámos a sensação de peso, vimos que o peso adicional para ser sentido deve estar para o peso primitivo como 1 para 3; mas

para achar esta relação, foi preciso recorrer a um instrumento que nos permittisse determinar objectivamente os pesos, isto é, á balança. Ora se a luz consiste no movimento vibratorio de um fluido justamente considerado imponderavel, onde iremos nós buscar uma balança por meio da qual possamos medir a intensidade da luz? E todavia esta avaliação é absolutamente indispensavel, e tanto isto é verdade que sem o auxilio da sereia de Cagniard-Latour ser-nos-hia de todo o ponto impossivel deduzir a lei que acima formulamos para as sensações acusticas.

Felizmente, porém, tambem possuimos uma balança que nos permite medir a intensidade da luz — o photometro. Com effeito, sabe-se em physica que a intensidade da luz varia na razão inversa do quadrado da distancia, e, por tanto, para achar aquella basta medir a distancia que vae das vellas A e B ao pára-luz. Ora a experiencia mostra que se a vella A se acha a distancia de 1 metro, B deve estar 10 metros distante do pára-luz; isto é, para que a luz adicional B seja perceptivel, é necessario que esteja para a luz primitiva A como 1 para 100 (quadrado de 10). E esta proporção conserva-se a mesma se substituirmos a vella de stearina pelo bico de Bunsen, lampada d'Argant, luz Drummond e até pela luz electrica. Assim podemos estabele-

cer a seguinte lei: *As sensações visuaes crescem de quantidades eguaes, quando as excitações crescem de quantidades relativamente iguaes* (Weber).

Mas se a mais pequena sensação de luz ΔS que podemos perceber é devida a uma excitação ΔE (luz adicional) que mantém com a excitação primitiva E (luz primitiva) uma relação sempre constante, então podemos estabelecer a seguinte equação:

$$\Delta S = k \frac{\Delta E}{E} \quad (a)$$

sendo k uma constante.

Ora Fechner substitue ΔS e ΔE por dS e dE , isto é, duas quantidades finitas por outras infinitamente pequenas, e suppõe que um augmento de excitação infinitamente pequeno é proporcional a um augmento de sensação também infinitamente pequeno (hypothese a que em physica se recorre frequentes vezes, como por exemplo quando se quer deduzir a fórmula do movimento uniformemente accelerado); e depois, integrando a equação (a) assim transformada, vem

$$S = k \log E \quad (b)$$

isto é, a *sensação visual cresce como o logaritmo da excitação*, lei identica á que atraz formulamos para as sensações acusticas. Fechner pensa que esta lei é applicavel a todas as sensações. (1)

Mas Delboeuf (2) escreve a fórmula precedente, como segue:

$$S = k \log \frac{p + E}{p} \quad (c)$$

chamando p a força que possuem os nossos órgãos de sentidos n'um dado momento, e fazendo $E = p' - p$ transforma a equação (c) em

$$S = k \log \frac{p'}{p} \quad (d),$$

onde p representa a força externa.

(1) Assim como no thermometro, a dilatação do mercurio nos dá a temperatura, assim tambem a intensidade da excitação nos diz qual a grandeza da sensação correspondente. Para isso basta construir duas escalas, uma para a excitação e outra para a sensação. Escolhe-se para unidade de excitação uma luz cuja intensidade seja 300 vezes mais fraca do que a da lua cheia (Aubert), e considera-se igual a zero a sensação que lhe corresponde. Assim, sendo dada uma luz d'uma intensidade qualquer, o logaritmo do numero que exprime esta ultima representa, segundo a lei de Fechner, a grandeza da sensação visual correspondente.

(2) Delboeuf, *Eléments Psychophysique générale et speciale*, pag. 172 — 1883.

Para que o leitor faça uma ideia clara da modificação introduzida pelo professor da Universidade de Liège na fórmula de Fechner, vamos lançar mão d'um simile. Com effeito comparemos o nosso aparelho visual a um thermometro de mercurio. D'um lado temos a dilatação produzida pelo calor; do outro, a sensação provocada pelo excitante ordinario da retina — a luz. Entre a dilatação e o calor ha um intermediario — o trabalho interno da desagregação molecular; entre a sensação e a excitação tambem existe um intermediario — o trabalho nervoso, conhecido pelo nome de *impressão*. Em ambos os casos, os intermediarios absorvem uma fracção de força — energia calorifica no thermometro e energia luminosa no aparelho visual —; de maneira que a dilatação não representa todo o effeito do calor, nem a sensação é o producto integral da excitação. Ha, pois, n'um caso e n'outro uma fracção de força que desaparece sem produzir effeito sensivel; e é por isso que o thermometro não traduz pela dilatação do mercurio o augmento de temperatura, quando este seja muito pequeno, e nós não sentimos o augmento de excitação, em quanto este não chega a ter uma certa importancia, uma determinada grandeza, $\frac{1}{100}$ da excitação primitiva, por exemplo, para a luz. Em ambos os casos, a força que o interme-

diario consome varia, mas em sentido inverso: no thermometro diminue com a temperatura, sendo todavia a diminuição tão fraca que dentro de certos limites pôde considerar-se nulla; no aparelho visual, pelo contrario, o trabalho nervoso da impressão augmenta rapidamente com a intensidade da excitação, a ponto de podermos estabelecer uma progressão geometrica ascendente. Assim, em quanto a sensibilidade do thermometro tende a augmentar com a temperatura, a sensibilidade do nosso aparelho visual embota-se á proporção que a excitação se torna cada vez mais forte.

Entretanto, se no thermometro o trabalho interno diminue com a temperatura, não sabe o leitor que no tubo de Mariotte, por exemplo, a resistencia que o ar (tensão) oppõe á pressão augmenta com esta ultima, precisamente como a reacção do nervo cresce com a excitação?

Assim justificado o simile, vejamos em que consiste a emenda proposta por Delboeuf á fórmula de Fechner. Supponhamos que o thermometro marca 20° ; chamemos p' a *força externa* — a temperatura do ambiente e p a *força interna* — a força que mantém as moleculas de mercurio agregadas de maneira que o nivel da columna mercurial corresponda a 20° . Ha, pois, equilibrio entre a força externa e interna, mas

se a temperatura do ambiente se eleva rapidamente de 10°, por exemplo, dá-se ruptura de equilibrio e, como a força externa é maior do que a interna, aquella cahe sobre esta; a massa do mercurio recebe um choque tanto mais violento, quanto mais brusco fôr o excesso da força externa sobre a interna; os systemas moléculares de mercurio, constituidos sob a acção da temperatura de 20°, reagem; mas pouco a pouco vão-se desagregando e formam-se novos systemas; estabelece-se um novo arranjo de moléculas, d'onde resulta a dilatação do mercurio, a elevação da columna thermometrica e o instrumento marca 30°. Se, porém, a temperatura do ambiente diminuisse, então o mercurio baixaria no thermometro até estabelecer-se o equilibrio entre a força externa e interna.

Ora observa-se exactamente o mesmo em os nossos órgãos dos sentidos, o órgão visual, por exemplo. Effectivamente ha certos dias em que estudo até meio-dia ou 1 hora á luz diffusa do sol, que as portas semi-abertas deixam penetrar no meu gabinete de trabalho, coada atravez dos vidros das janellas e dos transparentes. Depois, quando saio á rua, principalmente se está um magnifico dia de sol, succede que não posso olhar para a luz directa d'este astro; aquelle aureo manto de luz, quente como o beijo d'uma

amante, chega devéras a magoar-me a vista; a pupilla, apezar de fórtemente contrahida, não garante sufficientemente a minha retina da acção da luz, a ponto de vêr-me obrigado a fechar quasi as palpebras. Mas pouco a pouco o meu orgão visual se accomoda á luz intensa, isto é, tende a pôr-se em equilibrio com a força externa (luz solar); a cegueira vae-se dissipando; a visão torna-se distincta; de maneira que posso perfeitamente reconhecer as pessoas que estão n'outro passeio da rua, cousa que momentos antes me era completamente impossivel.

O leitor recorda-se d'aquella formosa rapariga, Nell, de quem falla Julio Verne nas *Indias Negras*, e que nunca tinha sahido da hulheira da Nova-Aberfoyle (Escossia); que não conhecia outro céo que a abobada de schisto; outra luz que a da lampada de Davy; outras edificações que as galerias subterraneas da mina? E, todavia, apezar de Harry ter forcejado durante mais de um mez para habituar a retina de Nell a supportar a luz dos discos electricos; apezar de ter sahido da mina com a sua noiva, de noute «prevenção acertada para que Nell fosse gradual e insensivelmente passando das trevas da noute aos esplendores do dia, atravessando d'esta sorte, sem esforço, todas as phases successivas de sombra e luz — a rapariga teve de fechar os olhos quasi

de repente » quando o sol despediu as primeiras flechas de fogo, e sobre as suas palpebras — fragil pára-luz — foi preciso applicar os dedos estreitamente unidos. (1)

Supponhamos agora o caso inverso. Quantas vezes não terá o leitor, ao entrar de dia no quarto d'um doente, sentido offuscar-se-lhe a vista, ficar momentaneamente cego, a ponto de não atinar com uma cadeira para se sentar, e sómente — á proporção que a retina se vae accommodando á claridade baça, áquella meia luz que penetra no quarto pelas frinchas das portas e recupera gradualmente a sensibilidade que havia perdido pela passagem brusca da luz para a penumbra — distinguir as feições do doente, vêr as pessoas que o cercam, o logar que occupam os diversos moveis, etc? Dir-se-hia que a retina n'este caso vae perdendo successivamente movimento (força interna), exactamente como uma barra de ferro incandescente que perde calor quando collocada n'um recinto frio.

E assim como não ha dilatação (ou contracção), emquanto a temperatura do ambiente se mantém constante, assim tambem não se produz a sensação, emquanto não houver ruptura de equilibrio entre a força externa e a força in-

(1) Julio Verne, *As Indias Negras*, trad. port. de Pedro Vidoéiro, pag. 184-197—1877.

terna. Quereis uma prova? Quando depois do jantar vou ao *Suisso* tomar uma chavena de café, a minha larynge sente immediatamente o effeito da atmosphaera viciada que alli reina; e, todavia, alguns minutos depois, apaga-se completamente a sensação penosa que experimentava sob a acção do ar impregnado do fumo do cigarro. E' que a excitação é uma differença entre a força externa e interna, sendo esta ultima representada por um certo estado do orgão; de sorte que quando este se põe em equilibrio com aquella não ha motivo para haver sensação.

Em summa, a modificação que Delboeut introduz na fórmula de Fechner não é mais que a expressão do principio da relatividade das sensações que Bain desenvolve tão bem: *Sentir sempre uma só e mesma cousa equivale a não sentir nada.* (1)

Toda a gente sabe que se prendermos ao extremo inferior d'uma barra de ferro um corpo

(1) Ce principe, diz Bain, a été mieux reconnu encore lorsqu'il s'applique aux émotions », e cita em apoio da sua opinião os seguintes exemplos: O auctor de *Romola* fallando do seu heroe e da sua heroina «aux premiers moments de leur affection, dit qu'ils ne pouvaient prévoir le temps où leurs baisers seraient des choses ordinaires ». Shakespeare nos falla do avarento «qui ne regarde que rarement son trésor, de peur d'émousser la pointe délicate du plaisir rare; e põe na boca do principe Henrique as palavras seguintes: «Si toute l'année

pesando alguns kilogrammas, a barra soffre um alongamento que se torna permanente se a tracção exercida sobre as moléculas de ferro fôr sufficientemente fórte para que o affastamento d'ellas ultrapasse os limites da elasticidade do ferro. Por outro lado, tambem sabemos que uma corda de rebecca affastada da sua posição de equilibrio e mantida durante bastante tempo n'esta nova posição acaba igualmente por soffrer um alongamento. É assim que as modificações, que a excitação produz em nós, se fixam e se accumulam pela hereditariedade e tornam-se permanentes, chegando até ás vezes a constituir caracteres (1) da raça. Com effeito, reparem no preto da Africa que supporta sem custo o ardente calor do sol dos tropicos, agravado ainda pela fornalha do Sahara, e no groelandez que resiste perfeitamente ao frio intenso das regiões polares.

Em apoio da persistencia das modificações que o meio externo imprime ao nosso organis-

n'était que jours de fête, il serait aussi ennuyeux de s'amuser que de travailler ». Assim a descripção que se lê no *Paraiso Perdido* de Milton, do repouso delicioso de Adão e Eva no paraiso é completamente falsa, porque o poeta « leur accorde une intensité de plaisir qui ne peut être ressentie que par l'homme, travaillant à la sueur de son front, après la malédiction » Bain, *L'Esprit et le Corps*, pag. 260 — 1873.

(1) O auctor empregou aqui a palavra *caracter* no sentido de *propriedade*.

mo, o philologo poderia, dissociando as palavras, mostrar nas suas raizes os vestigios das sensações e ideias que agitaram em tempos prehistoricos o cerebro da raça aryana e o biologista poderia appellar para a riqueza intellectual consolidada nas circumvoluções do nosso cerebro.

E a importancia d'essas modificações é tal que se por ventura o nosso orgão visual fosse subtrahido á acção da luz durante uma longa serie de seculos, então appareceria um dia uma geração de cegos; pois não sabe o leitor que a vida subterranea que leva a toupeira reduziu-lhe o cristallino, compromettendo fôrtemente a sua sensibilidade visual?

Agora a critica da lei de Fechner.

Tem-se dito que a lei psycho-physica não é applicavel para todas as especies de sensações. Esta objecção é justa, mas não colhe para o nosso caso da sensação visual, porque todas as experiencias, incluindo até as do formidavel adversario da Psycho-physica, Hering, confirmam a lei. Tambem se tem affirmado que ella é approximada, o que é verdade, porque a substituição d'uma sensação finita por outra infinitamente pequena (hypothese a que se soccorreu Fechner para deduzir a sua lei) mostra á evidencia que ella é verdadeira só com esta restricção.

Assim, para o caso da sensação visual, Aubert demonstrou que a constante differencial da sensação visual desce a $1/17$, quando a intensidade luminosa é muito fraca e o mesmo succede quando a intensidade luminosa é demasiadamente forte. E' por isso que, examinando ao sol algumas photographias, nós distinguimos certos cambiantes de luz e sombra que não vêmos á luz diffusa.

Finalmente tem-se dito que ha vicio na construcção da escala, porque a unidade devia ser outra e o zero devia occupar um lugar mais baixo, isto é, que o zero da sensação devia corresponder ao zero da excitação. Parece-nos infundada esta ultima objecção, e, apesar da competencia incontestavel e incontestada de Delboeuf n'este assumpto, vamos responder-lhe em breves palavras com argumentos analogicos; porque a analogia tornou-se hoje um excellente instrumento de analyse e por ventura o mais poderoso propulsor do progresso. A obra scientifica de Spencer é o mais eloquente testemunho d'este asserto.

Um phenomeno é um mysterio, em quanto elle se conserva isolado, em quanto constitue uma excepção; mas, desde que é relacionado com outros, desvanece o mysterio, dissipam-se as trevas e augmenta o nosso peculio de çonhe-

cimentos. Assim o movimento da lua era um enigma, mas deixou de o ser, assim que conseguimos relacionar-o com a queda d'um grave. Mais ainda, a analogia permite resolver um problema applicando-lhe a solução achada para um outro problema; e devemos notar que não é preciso que haja semelhança nos elementos constitutivos dos dous problemas, mas sim nas suas relações. Citarei aqui, em apoio do que deixamos dito, um exemplo colhido no magnifico livro de Maxwell: Um individuo, que tivesse comprado 52 metros de panno crú a 7 dinheiros o metro, poderia facilmente achar que deve 364 dinheiros, sem todavia conhecer a operação da multiplicação, lembrando-se que uma semana tem 7 dias e um anno 52 semanas e mais um dia, isto é, 365 dias. E contudo não ha semelhança entre os dias do anno e os metros de panno crú, mas ha, pelo contrario, toda entre as relações arithmeticas dos dous problemas. (1)

Isto posto, retomemos o nosso simile do thermometro, onde tambem ha uma escala e n'esta um zero e uma unidade. Mas o zero do thermometro, quer este seja de mercurio, al-

(1) Clerk Maxwell, *Traité élémentaire d'Electricité*, trad. franç. de Gustave Richard, pag. 64 — 1884.

cool, ou de qualquer outra substancia, não corresponde á ausencia total do calor, não é *zero absoluto*; é, pelo contrario, simplesmente *conventional*, como o zero da sensação na escala de Fechner. Não ha duvida que nós fazemos ideia do que seja o zero da excitação, mas será sempre possivel realisar as condições que lhe dão origem? O illustre professor da Universidade de Liège conhece melhor do que ninguem as difficuldades com que foi preciso lutar, sem todavia conseguirmos vencel-as de todo, para determinar o minimo perceptivel da sensação visual; e estas difficuldades derivaram precisamente do facto de haver impossibilidade em supprimir completamente toda e qualquer excitação, porque, suppondo mesmo que o nosso orgão visual se acha no mais completo repouso e subtrahido á acção da luz, temos ainda a considerar os phenomenos chimicos da nutrição da retina, etc., que originam o chaos luminoso de que nos é *impossivel* desembaraçar o campo visual. (1)

Outro ponto sobre que insiste Delboeuf é a escolha da unidade. Uma sensação, diz elle, não pôde nem deve ser medida senão por uma sen-

(1) Le Champ visuel de l'homme sain n'est jamais complètement débarrassé de ces apparitions qu'on a nommées chaos lumineux, la poussière lumineuse du champ visuel obscur. Helmholtz, Optique physiologique, pag. 274.

sação, isto é, por uma unidade da mesma natureza; medir, pois, a sensação pela excitação, — eis o escandalo. Um comprimento não se mede senão por um comprimento — o metro ou um multiplo ou submultiplo do mesmo. A objecção, apresentada n'estes termos, parece á primeira vista muito justa, e todavia não o é, porque nós medimos as sensações pelo mesmo processo porque medimos a dilatação, a pressão atmosphérica, etc., isto é, *indirectamente* — por meio de phenomenos que têm com os primeiros uma relação de causa ou effeito. Sómente em physica, é o effeito (dilatação) que mede a causa (calor), ao passo que em psychologia é a causa (excitação) que mede o effeito (sensação); mas esta inversão tem sua razão de ser: é que a excitação — o metro externo, para empregar a elegante expressão de Fechner — póde ser medida directamente com mais facilidade e exactidão do que a sensação. E', pois, sobretudo uma questão de commodidade.

Assim estranhámos a objecção, tanto mais por partir de Delboeuf que conhece tão bem as mathematicas, e que por isso deveria lembrar-se de que em trigonometria tambem medimos os angulos pelos seus senos e cosenos, isto é, por unidades de natureza differente; e lamentamos que cahisse no mesmo erro entre outros o pro-

fessor Wundt, a quem Ribot considera justamente como um dos psychologos allemães contemporaneos de maior talento.

Entretanto é forçoso confessar que o phenomeno que Weber, Fechner, Delboeuf e outros têm procurado traduzir em linguagem mathematica, é bastante complexo e por isso para que seja admissivel a lei psycho-physica, é necessario não só fazer as restricções já apontadas, mas ainda abstrahir um certo numero de elementos que a complicam e a desfiguram como, por exemplo, a grandeza da superficie illuminada no caso da sensação visual. (1)

(1) L'appréciation des différences d'intensité lumineuse devient de plus en plus difficile à mesure que diminue l'étendue des surfaces à distinguer. Elle le devient aussi d'autant plus que l'éclairage est moindre ; à cet égard, beaucoup des expériences de M. Charpentier peuvent s'exprimer par la formule suivante : la fraction différentielle (minimum de différence perceptible) est inversement proportionnelle à la racine carrée de l'intensité du fond lumineux. En combinant ensemble ces deux conditions, objet très petit, éclairage très faible, on obtient des chiffres vraiment étonnants, à tel point qu'on arrive à confondre avec le fond un petit point lumineux près de dix fois plus éclairé que ce dernier. Aug. Charpentier, Nouvelles recherches sur la perception des différences de clarté dans *Compte rendu de l'Académie des Sciences* - dezembro de 1884.



CAPITULO III

A LUZ E AS CÔRES

QUANDO examinamos attentamente o espectro de Newton notamos que ha n'elle mais do que 7 côres, e este numero cresce extraordinariamente se considerarmos o tapete vegetal que cobre a superficie da terra, sobretudo a exuberante flora dos tropicos, onde as Orchideas, as Aroideas, as Bromeliaceas, as Heliconeas e mil outros arbustos, guarnecidos de flores de varios matizes, pendem entrelaçados com as Baunilhas odoríferas e Banisteras doiradas das abobadas de florestas de palmeiras coníferas—verdadeiras pilhas carregadas de energia solar, aprisionada nas delicadas malhas de mimosas flores e no tronco rijo dos colossos vegetaes que estão á espera de mover um dia os engenhos do futuro Stephenson.

Ainda mais, na fauna e principalmente nas Aves e nos Insectos, o luxo e a infinita e caprichosa combinação de côres é tal que o homem prehistorico — apesar de ter de sustentar uma lucta terrivel contra as forças da Natureza sob todas as fórmãs, apesar d'uma inexoravel fatalidade o obrigar a transformar n'uma triste realidade o grito funebre: Mata! Mata! Mata! do heroe de Shakespeare (1) — o homem prehistorico, repito, depois de satisfeita a fome, occupava-se em pintar o seu corpo já que não tinha, como o jaguar, a pelle adornada de rosaceas, nem possuia a brilhante toilette da Ave do paraíso. Assim, a tatuagem que praticam actualmente as populações selvagens da Africa, da Oceania, da America e cujos vestigios, consagrados pela tradição, ainda hoje se encontram em a nossa India, afigura-se-nos que não tem outra origem. E a toilette a que nos paizes cultos as damas dedicam um cuidado verdadeiramente chinez, o que é senão a primitiva tatuagem que a civilização transformou e aperfeiçoou?

Mas objectivamente não existe luz nem côr, assim como tambem não existe o som e o calor; fóra de nós a luz é o movimento do ether,

(1) Shakespeare, Œuvres complètes, Le Roi Lear, trad. franç. d'Em. Montégut, acte IV, scena VI. pag. 600.

como o som é o movimento do ar. Com effeito, supprimi o nervo acustico e não mais ouviremos o ruido produzido pelo rodar d'um carro, nem a musica alegre, fresca, graciosa, cheia de *humour* do *Barbeiro de Sevilha* de Rossini, ou as notas suaves, dulcissimas, repassadas do amor e do patriotismo, de mescla com a pungente expressão de terror que agitam dous corações apaixonados como os de Raul e Valentina nos *Huguenots* de Meyerbeer; nem a *Musica do Futuro* de Wagner terá o privilegio de accordar em nós todo um poema de sentimentos e de ideias que nos seduz, nos arreбата, nos transporta para as regiões do ideal, onde embebidos n'um delicioso extase perdemos a consciencia da nossa propria existencia. Supponde, por outro lado, que a nossa retina era insensivel ás ondas ethereas que correspondem ao espectro chromatico, assim como o é normalmente aos raios ultravermelhos e ultravioletas, e não só nos seria impossivel admirar a *Nympha adormecida* de Corregio, acariciada pelos derradeiros raios do sol poente, ou o Moysés de Miguel Angelo, com as suas enormes barbas, a musculatura de aço, gesto soberano, segurando n'uma das mãos a taboa das *Leis* e tendo a outra pousada sobre o joelho; mas ainda uma grande parte dos phenomenos de que é theatro este mundo nos pas-

sariam completamente despercebidos. As vibrações ethereas continuariam a fazer o trabalho chimico da decomposição do acido carbonico nas plantas, mas o nosso cerebro ficaria privado para sempre de noções preciosas ácerca do mundo exterior. E' que a luz e as côres, o som e o calor não existem na realidade senão em nós; são phenomenos subjectivos, creações do nosso espirito; são, em uma palavra, o producto de elaboração de impressões ordinariamente transmittidas ao cerebro pelos conductores da sensibilidade geral e especial.

Dissemos que era extraordinariamente grande o numero de côres, que a luz chromatica actuando sobre a retina affecta a nossa sensibilidade visual de modos variadissimos; mas tambem na infancia da chimica era grande o numero dos corpos considerados simples, e todavia, graças a energias physicas, taes como: o calor, a electricidade e a affinidade chimica (reagentes chimicos), conseguimos reduzir successivamente o seu numero, de maneira que viu-se com surpresa que até os chamados *elementos* como o ar, a agua, etc., eram *corpos compostos*.

Ora Newton tentou fazer o mesmo para a luz branca; por meio d'um prisma decompoz a luz solar e obteve o espectro chromatico. Mas no espectro ha muitas côres, e Newton operou a

primeira redução escolhendo apenas 7 côres como elementares e suppondo que as restantes são o resultado da combinação das primeiras em determinadas proporções. Como justificar a hypothese? O illustre sabio inglez pintou n'um disco as 7 côres que havia escolhido no espectro e, imprimindo-lhe um movimento de rotação rapido, mostrou que ellas affectandô quasi simultaneamente a nossa retina, despertam em nós a sensação de côr branca. Assim a synthese parecia confirmar o elemento hypothetico que Newton havia introduzido na interpretação dos resultados da analyse da luz solar. E não é precisamente este o processo de que o chimico lançou mão para demonstrar que a agua é composta de oxygenio e hydrogenio, recolhendo n'um eudiómetro de mercurio os dous gazes provenientes da decomposição da agua e reconstituindo em seguida este liquido por meio d'uma faisca electrica?

Representando por atomos chimicos as côres elementares do espectro, podemos, pois, dizer que a luz branca é um corpo composto e que cada molécula d'ella resulta da combinação de 7 atomos de natureza differente. Mas 5 atomos (violeta, azul, verde, amarello e vermelho), 3 atomos (violeta, verde e vermelho) 2 atomos — *côres complementares* (vermelho e verde azula-

do, alaranjado e azul verde, amarello e azul marinho, amarello verde e violeta), combinando-se entre si dão origem à luz branca. Mais ainda, um só atomo, a côr vermelha, por exemplo, quando a intensidade luminosa é sufficientemente grande, produz igualmente em nós a sensação de côr branca. Singular composto, este, que não varia apesar de variar o numero e a natureza dos atomos que entram na sua composição!

Entretanto, este resultado aparentemente paradoxal tem sua razão de ser: é que a luz branca não é uma luz chromatica, não é uma côr. Com effeito, experiencias delicadas de Charpentier mostram que a sensibilidade da retina às diversas côres, quer simples, quer compostas, diminue do centro para a periphèria, ao passo que a retina é igualmente sensivel à luz branca em toda a sua extensão; sómente o centro da retina é um pouco menos sensivel do que o resto. E a pathologia clinica veio fornecer o seu contingente de prova dissociando com pericia maior que a de um Claudio Bernard, Ferrier ou Munk a *sensibilidade chromatica* da *sensibilidade simplesmente luminosa* — apagando a primeira e conservando a ultima. E Reich de S. Petersburgo, comprimindo o globo ocular durante um certo tempo, não conseguiu, graças à anemia da retina,

supprimir primeiro a sensação chromatica e depois a sensação da luz branca. E Holmgren não mediu por meio do methodo das sombras córadas, ainda que approximadamente, segundo Giraud-Teulon, para as côres espectraes vermelha e verde, a proporção em que se combinam os dous factores—luz e côr? Assim o espectro chromatico é composto de dous estratos—um constituido pelo elemento-luz e outro pelo elemento-côr; e estes dous estratos misturam-se, fundem-se, formam uma liga; e assim como n'uma peça de ouro, uma libra, por exemplo, não se percebe o cobre, assim tambem n'uma côr espectral não vêmos o metal inferior—a luz branca ou incolor.

E' sabido que um equivalente de azote se combina com um, dous, tres, quatro, cinco equivalentes de oxygenio, e fórma o protoxydo de azote (AzO), bioxydo de azote (AzO^2), acido azotoso anhydro (AzO^3), peroxydo de azote (AzO^4) e acido azotico anhydro (AzO^5). E' assim que o elemento chromatico se combina com o elemento-luz, aquelle conservando-se, segundo Landolt e Charpentier, sensivelmente constante, emquanto que este varia em differentes proporções. Ha, porém, uma differença e vem a ser que, nos compostos chimicos acima mencionados, o equivalente de azote não só não varia

em quantidade, mas ainda em qualidade; ao passo que no espectro o elemento chromatico soffre variações na sua qualidade passando do vermelho ao alaranjado, depois ao amarello, etc.

Mas esta differença não será mais apparente do que real? Podemos affirmar sem hesitar que o azote no protoxydo de azote possui um estado dynamico differente do azote no acido azotico. E a qualidade da sensação chromatica não será tambem uma funcção d'um certo estado dynamico da substancia nervosa?

E' aqui o logar de aquilatar o valor da theoria de Young-Helmholtz.

E' sabido que Young suppunha que cada elemento da retina é composto de tres fibrillas cuja excitação isolada provoca em nós tres especies de sensações chromaticas — *vermelho*, *verde* e *violeta*. Estas côres eram consideradas como *elementares* ou *fundamentaes*; eram os corpos simples da chimica psychologica, e de cuja combinação em diversas proporções, accreditava-se, resultam todas as nossas sensações chromaticas, apezar de o seu numero ser immenso, quasi infinito. E não admira; pois não demonstrou Reuleaux na sua *Cinematica* que tambem tres elementos — a *alavanca*, a *roda* e o *plano incli-*

nado — diversamente combinados entre si formam milhares de organismos que se chamam machinas, uma nova fauna creada pelo genio do homem e composta de animaes que serram, cortam, alisam, limam, martellam, pizam, cavam, talham, fiam, tecem, cozem; debulham o milho, descascam o arroz, enfeixam o feno, batem o trigo nas eiras, amassam o pão, moem o café, trituram o cacão, quebram o assucar, cardam a lã, assedam o linho, etc., etc? De sorte que n'esta população que possui musculos d' aço que se não fatigam nunca, não sabemos o que devemos admirar mais, se a extrema simplicidade dos elementos que entram na sua composição, ou a assombrosa fecundidade dos seus resultados.

Designemos por *V*, *Ve* e *Vi* as fibrillas que correspondem ás tres côres, vermelho, verde e violeta. Quando, porém, duas d'ellas *V* e *Ve* são excitadas simultaneamente, então a sensação chromatica é complexa e nós percebemos a côr alaranjada se a fibrilla *V* fôr mais fortemente estimulada do que *Ve*; e quando o estimulo incide sobre todas tres, excitando-as igualmente, n'este caso nós experimentamos a sensação da luz branca que, na theoria Young-Helmholtz, é considerada como côr composta, e todavia já vimos que a luz branca não é côr.

Mas as difficuldades não param aqui. É sabido que as côres espectraes não são *completamente* saturadas, isto é, que a côr vermelha do espectro, por exemplo, não é o vermelho mais vivo que podemos perceber. Para explicar este phenomeno, Helmholtz modificou a theoria de Young suppondo que uma onda etherea que estimula fortemente uma das fibrillas, tambem excita as outras duas, ainda que com menos energia; e como a excitação simultanea das tres fibrillas dá em resultado a sensação da luz branca, é claro que esta ultima addicionando-se ás côres espectraes deve diluir, diminuir o seu grao de concentração, tornal-as menos vivas, menos intensas, *menos* saturadas, em uma palavra. E' por isso que, fatigando previamente a retina com a luz verde e violeta, conseguimos tornar a côr vermelha muito mais intensa.

A explicação é engenhosa, mas infelizmente vem eivada do peccado original, porque ao mesmo tempo que resolve uma difficuldade suscita uma outra. Com effeito, se as nossas sensações chromaticas resultam da acção simultanea das vibrações ethereas sobre as tres especies de fibrillas, embora o grao de excitação seja differente para cada uma d'ellas, é evidente que nos individuos affectados de cegueira para alguma das tres côres fundamentaes, as outras sensa-

ções chromaticas devem achar-se alteradas, porque a paralytia ou paresia d'uma fibrilla supprime ou diminue a importancia d'um dos factores, e as sensações das côres passam a ser simples associações binarias, ou, quando muito, continuam a ser compostos ternarios, em que, porém, um dos elementos não entra na proporção normal.

Mas os daltonicos nomeiam as côres empregando a mesma linguagem que nós usamos, como se as suas sensações chromaticas fossem identicas ás nossas. Ora Helmholtz pensa que os daltonicos não traduzem correctamente as suas sensações chromaticas, que n'elles não ha correspondencia ou equação entre o phenomeno interno ou psychico — a sensação e a sua exterioração por meio da palavra. Entretanto observações cuidadosas, colhidas por Nuel nos individuos affectados de daltonismo adquirido, demonstram claramente que a doença limita-se unicamente a supprimir algumas das sensações chromaticas e conservar intactas as restantes.

Demais, como conciliar o facto d'uma lesão anatomica da retina com a integridade da faculdade visual (Wartmann)? A extensão do espectro, segundo Muller, é a mesma, tanto nos individuos sãos, como nos daltonicos; sómente onde estes ultimos vêm luz, nós outros vemos côres.

Por outro lado, Landolt e Charpentier demonstraram que toda a superficie da retina, incluindo a zona mais externa, é sensível às côres; que a decantada e tradicional insensibilidade d'uma retina, aliás normal, é sempre *relativa*, porque basta augmentar a quantidade de luz para que ella possa responder á acção chromatica. E, cousa singular! tambem a cegueira dos daltonicos é sempre relativa, tambem elles são capazes de sentir todas as côres que nós percebemos, com tanto que a intensidade da luz seja sufficientemente grande. Á vista d'isto, não é, pois, natural pensar que nos individuos affectados de daltonismo a porção central da retina acha-se nas mesmas condições que a porção peripherica d'uma retina normal? O sabio professor de Upsal, Holmgren affirma que, representando por 1 a intensidade da luz branca necessaria para produzir uma sensação luminosa, para a côr vermelha, a intensidade do excitante eleva-se a 9 nos individuos sãos, ao passo que nos daltonicos attinge a cifra consideravel de 20. Assim, parece-nos que o daltonismo consiste n'uma diminuição da sensibilidade chromatica, devida provavelmente a uma modificação de substancia nervosa, consecutiva á intoxicação alcoolica, etc.

Finalmente, como explicar a abolição das

sensações chromaticas correspondentes ao amarello e azul, a despeito da integridade das sensações fundamentaes, quando, segundo a theoria de Young-Helmholtz, a côr amarella é principalmente composta do vermelho e do verde e a côr azul do verde e do violeta? E' certo que esta variedade de daltonismo é rara, mas existe, como assevera o Dr. Stilling de Cassel.

Depois d'isto, não podemos deixar de reconhecer com Giraud-Teulon (1) que a theoria de Young, ampliada por Helmholtz, defendida por Maxwell e outros, e recentemente sustentada n'um bello livro de vulgarisação scientifica pelo professor Rood, de New-York, tem dominado na sciencia « avec beaucoup trop de despotisme », apezar de estar em manifesta contradicção com certos factos relativos á physiologia e psychologia das côres. (2)

(1) Giraud-Teulon, *La Vision et ses Anomalies: Cours théorique et pratique sur la Physiologie et les Affections fonctionnelles de l'appareil de la Vue*, pag. 554—1881.

(2) Na discussão da theoria de Young-Helmholtz, não alludimos á objecção de Wartmann que foi o primeiro a accentuar o caracter hypothetico da theoria, dizendo que a anatomia não confirma a existencia de tres fibrillas fundamentaes em cada elemento da retina, porque o proprio Helmholtz declara não ser esse o ponto essencial da theoria « lequel me paraît, diz elle, consister plutôt à représenter les sensations colorées comme résultant de trois actions parfaitement distinctes qui se produiraient dans la substance nerveuse ». *Optique physiologique*, trad. franç. de M. M. Javal et Klein, pag. 383 — 1867. Taine opi-

Surge agora um problema devéras interessante: os nossos antepassados — os homens contemporaneos de Moysés, ou ainda do Mammoth e do Grande Urso das Cavernas — possuíam o sentido das côres tão bem desenvolvido como nós o possuímos? A sua retina era sensível á quantidade e qualidade da luz? A sua escala chromatica comprehendia o mesmo numero de côres que a nossa?

Deante de um problema d'esta natureza o nosso espirito fica á primeira vista como que atordoado, porque olhamos para traz e o passado faz-nos lembrar vagamente as vastas pla-

na, pelo contrario, que, na hypothese anatomica ou physiologica, o facto admittido é incerto, porque « il n'est pas certain qu'il y ait dans chaque nerf trois fibres différentes, ni qu'une fibre ait trois genres d'actions ». Na explicação psychologica, porém, o facto admittido (tres sensações elementares) é positivo, porque « il est certain que les trois sensations du violet, du rouge et du vert existent ». De l'Intelligence, pag. 194.

Muito mais razoavel nos parece o modo como o professor Sergi interpreta a theoria de Young-Helmholtz, quando affirma que a theoria ganharia em simplicidade e talvez até se aproximaria da verdade, admittindo que « tutte fibre nervose sieno egualmente eccitabili dai colori fondamentali e semplici, e che la diversità d'ella sensazione derivi dalla diversa azione fisico-chimica delle onde luminose, che sono diverse di lunghezza e di numero nei diversi colori. Rispetto alla cecità si può anco ammettere un insensibilità alle onde di quel tal colore, il rosso, per exempio, analogamente all'insensibilità dell'ultrarosso e dell'ultravioletto » *Fisiologia e psicologia del colore*, pag. 20 — 1881.

nicies siberianas, envidraçadas de gelo, perdendo-se n'um céu côr de cinza. Mas depois, reflectindo um pouco, notamos que a pagina que parecia branca contém geroglyphos, embora na sua maior parte muito apagados, que o estudo aturado e as pacientes investigações d'um Champollion conseguirão decifrar mais tarde. Com effeito não se acreditava, ainda ha bem poucos annos, que violentas revoluções, formidaveis catastrophes haviam torturado, rasgado as paginas dos archivos da terra e apagado para sempre todos os vestigios das remotas eras? E todavia, — quem o dissera! — um pedaço de sedimento é uma folha d'esse archivo bem mais preciosa do que a Biblia de Moysés. É sabido que as pedras de um grande numero de edificios de Paris são crivadas de pequenas cavidades bastante irregulares, de fórmãs quasi sempre caprichosas, cuja significação antes de Munier Chalmas era completamente ignorada; e todavia qual não foi a surpresa quando o illustre preparador da Sorbonna, introduzindo n'essas cavidades uma substancia que rapidamente se solidifica — o gesso — e immergindo em seguida a rocha calcarea n'um banho de acido chlorhydrico, obteve um crustaceo, um insecto, uma tilia do periodo eocene, munida de folhas e flores, umas ainda em botão e outras desabrochadas d'uma perfeição

adoravel? É verdade que dissolveu-se a cal, perdeu-se o modelo, a fôrma; mas ficou a copia fiel, exacta de sêres extinctos ha muitos seculos e cuja substancia organica e inorganica havia totalmente desaparecido.

Ora os poemas de Homero, a Biblia de Moysés, os Vedas da India, o Zend-Avesta dos Persas, os Eddas dos Escandinavos, são comparaveis ás diferentes camadas geologicas da terra; e assim como estas conservam, como se fôra n'um museu, a fôrma e a flora dos tempos prehistoricos, assim tambem n'aquelles monumentos litterarios, que a antiguidade nos legou, encontramos algumas das phases do longo desenvolvimento psychico da especie humana.

Estava, pois, traçado o caminho a seguir para resolver o problema relativo á origem do sentido das côres no homem.

E com effeito, o celebre estadista inglez Gladstone foi o primeiro a assignalar que nos poemas de Homero não se faz menção de todas as côres spectraes. O philologo allemão, Geiger vae mais longe: tendo notado que não só em Homero, mas ainda nos Vedas, na Biblia, etc., não se encontra referencia alguma á côr azul e á violeta, elle conclue que no tempo de Homero, isto é, 800 annos pouco mais ou menos

antes de Christo, o homem não era capaz de distinguir aquellas duas côres.

Recentemente, o doutor Hugo Magnus, de Breslau, reeditando as ideias de Geiger, accrescenta que a insensibilidade relativa que caracteriza presentemente a zona mais externa da retina humana normal, estendia-se até á região polar — á mancha amarella — de maneira que a retina do homem prehistorico era sensível ás variações da quantidade ou intensidade da luz e não á qualidade da mesma; que mais tarde começou a perceber primeiro as côres mais vivas, constituídas objectivamente pelas ondas ethereas mais compridas (vermelho, alaranjado e amarello); que no tempo de Homero começava já a distinguir a côr verde; mas ainda não podia perceber o azul e o violeta constituídos por ondas muito curtas.

Entretanto parece-nos inaceitavel a these sustentada por Magnus ácerca da recente origem do sentido das côres na especie humana, mesmo com a emenda proposta pelo professor Sergi, porque não ha parallelismo entre o desenvolvimento da linguagem e da sensibilidade chromatica. Observações recentes, colhidas por sabios illustres entre os selvagens modernos, demonstram que estes possuem, como nós, a retina sensível á qualidade da luz e, todavia, a

sua linguagem das côres é vacillante, imperfeita, incorrecta.

Depois, convém notar que um escriptor não confia ao papel todas as sensações e ideias que agitam o seu cerebro, mas sómente aquellas sensações e ideias que possam interessar o leitor; e por isso, não admira que Homero, Moysés e outros escriptores antigos se referissem unicamente ás côres vermelha, alaranjada e amarella, porque é muito possível que os homens d'esse tempo estimassem de preferencia as côres vivas, como ainda hoje o fazem as populações selvagens da Africa e até a gente do campo das nossas provincias. O argumento de Geiger e Magnus teria valor se por ventura a penna do escriptor traçasse sobre o papel todas as phases da evolução psychica do homem com a mesma exactidão com que o esphygmographo de Marey registra as phases d'uma revolução cardiaca.

Ainda mais: se o sentido das côres fosse de origem tão recente, como affirma o Dr. Magnus, então deveriamos gastar mais tempo para distinguir uma côr da outra do que a luz da sombra. Mas experiencias delicadas, feitas por Rood, demonstram que o tempo psychologico em ambos os casos é o mesmo, o que indica que na especie humana o desenvolvimento do sentido da luz e do sentido das côres foi synchronico,

ou, pelo menos, que este ultimo remonta a uma época muito mais affastada do que 3 a 4 mil annos, como pensa o Dr. Magnus.

Finalmente, não se percebe a razão do desenvolvimento tardio do sentido das côres no homem, quando é certo que muitos dos animaes que occupam os degraus inferiores da escala zoologica (1) possuem a sensibilidade chromatica bastante desenvolvida. Citarei, por exemplo, a patruça, vulgarmente conhecida pelo nome de *solha* (2), a qual imita, ao cabo de poucos minutos, a côr do vaso para onde a transportamos com uma tal perfeição que a illusão é completa (3).

(1) Paulo Bert cita o Cameleão como exemplo do mimetismo zoologico «En effet, on sait que la peau du caméléon est munie d'une multitude de vésicules pleines de liquides rouges, jaunes et noires; l'animal jouit de la faculté de distendre à volonté ces vésicules étoilées, de sorte qu'en quelques minutes (après une série d'essais) il réussit à assortir sa couleur à celle de la surface sur laquelle il se trouve. Son échelle chromatique comprend le rouge, l'orangé, le jaune et le vert olive, et les mélanges de ces couleurs avec le noir, ce qui donne nécessairement une série fort étendue de bruns. Le vert olive s'obtient par la distension de la vésicule noire, ce qui produit le même effet que la combinaison de deux disques, l'un noir et l'autre jaune». Rood, Théorie Scientifique des Couleurs, pag. 83—1881.

(2) Sómente algumas especies de patruças gozam d'esta curiosa propriedade.

(3) Por motivos completamente alheios á nossa vontade vimo-nos forçado a pôr termo a este trabalho, omittindo a discussão da theoria de Hering e supprimindo alguns capitulos d'esta terceira parte.

PROPOSIÇÕES

Anatomia — A arvore broncho-pulmonar desenvolve-se á custa da exoderme.

Physiologia — Regeitamos a hypothese dos campos nervosos de Weber.

Materia medica — A paraldehide é o melhor dos hypnoticos.

Pathologia externa — O mal perforante do pé não é uma ulcera arterio-atheromatosa.

Operações — A perfuração do intestino herniado contra-indica a sua redução.

Partos — Não ha relação de causalidade entre a ovulação e a menstruação.

Pathologia interna — A agraphia é a aphasia da mão.

Anatomia pathologica — O estudo da fórma dos elementos anatomicos não póde servir de base para uma boa classificação dos tumores.

Hygiene — Na educação das creanças a gymnastica deve ser substituida pelos jogos infantis.

Pathologia geral — A immunidadade relativa que possuímos em face dos milhares de phalanges de microbios, que nos movem guerra incessantemente, é um effeito da selecção natural.

Approvada.

O PRESIDENTE

Illidio do Valle.

Póde imprimir-se.

O CONSELHEIRO-DIRECTOR

Costa Leite.