

risco: mas, nunca se poderia adeantar que fosse negligencia de sua parte deixar qualquer proteção ocular estando na situação descrita acima, do meu observado; o basculamento e projeção para deante, de um objeto de medio porte (as chamadas “talhadeiras” são burís de geralmente meio decimetro de comprimento pesando várias gramas), que vai percorrer cerca de trinta centímetros de distancia e atingir um olho, positivamente, não é frequente, e por isso, é imprevisível.

E, já que tocamos no assunto, seja-me permitido finalizar esta ligeira nota acentuando que, apesar de tudo, e por isso mesmo, toda prevenção industrial para acidentes oculares é pouca, quando se sabe que os traumatismos de olho parecem ser os mais frequentes dos acidentes de trabalho, assinalando Georges Cross (Labor and Industry, Commonwealth of Pennsylvania, fevereiro, 1931), que o estudo estatístico dos traumatismos oculares feito após a aprovação da Lei de Indenização de Trabalhadores, nos Estados Unidos, de janeiro de 1916, revelou que, num período de quinze anos perderam-se 8.619 olhos (seja, 574 olhos anualmente) por cuja indenização foram pagos 12.541.673 dolares, sendo que, esse numero de olhos perdidos foi maior que o de braços, pernas, mãos e pés reunidos!

Por tudo isso bem se pode avaliar a magnitude dessa questão de traumatologia do trabalho notadamente porque ela é pertinente à prevenção da cegueira.

Mas, concluindo: não parece haver, pois, traumatismo ocular típico nem no tempo nem no espaço.

## **Nova teoria sobre a percepção das cores.**

FRANCISCO AIRES — Rio de Janeiro.

---

HELMHOLTZ e MASCART julgaram, sob o fascínio de um certo ardor profissional, que o órgão da visão, apresentando tamanhas imperfeições, merecia, como aparelho, ser recusado pelo óptico.

Ambos consideraram o globo ocular sob o ponto-de-vista instrumental. No entanto, si refletirmos sobre a sua atividade funcional, logo mergulhamos num mundo de problemas que, a despeito do trabalho incansável dos sabios, continuam de pé, desafiando gerações como enigmas, e que ainda não foi possível resolver.

O cromatismo ocular é, entre os muitos problemas da visão, um enigma a desafiar, de contínuo, as teorias da física e da fisiologia.

O poder seletivo do olho, no que respeita ao cromatismo, não é tão perfeito quanto o aparelho auditivo, que pode, de maneira mais ampla e sensível, acompanhar nuances mais delicadas da vibração sonora.

Vejamos, em rápida *mise-au-point*, algumas das teorias que mais domínio tiveram como explicação do cromatismo ocular.

**KUEHNE** explicou que, sob a influencia da luz, se operava uma reação foto-química e as imagens se formavam graças a uma substancia, a púrpura retiniana, produzida pelo epitelio pigmentar da retina. Observou, ainda, este experimentador que as granulações do pigmento, sob a influencia da luz, emigram das células penetrando nos cones e bastonetes, para reentrarem no corpo celular com a volta à obscuridade.

A hipótese de **Thomas Young** sobre a percepção das cores, apresentada em 1801 à Sociedade Real de Londres, só um século mais tarde despertou a atenção dos sabios, que, sob a ação das controversias, procuraram adaptar a uma hipótese tão simples a complexidade dos fatos observados. A explicação de **YOUNG**, baseada em três cores fundamentais, o branco, o vermelho e o violeta, e na existencia de três variedades de elementos nervosos retinianos, capazes de serem excitados ao máximo por essas radiações — interessou mais aos fisiologistas do que aos físicos.

**HELMHOLTZ** e **CLERK MAXWELL** foram, a bem dizer, os preletores escolásticos que deram vida, através de suas experiencias, à doutrina tricromica de **YOUNG**, procurando justificá-la. Embora essa teoria tivesse partidarios apaixonados, mas de grande valor, como **MAXWELL**, **HELMHOLTZ** e **KOENIG**, encontrou em **TSCHERNIGG**, que traduziu as obras de **YOUNG**, este frio comentario: — “Eu confesso que a teoria me parece ter mais por efeito complicar os fenômenos do que explicá-los.”

Combatida duramente por **HERING** e **CHARPENTIER** a teoria de **YOUNG**, a-pesar-de não poder explicar a sensação do negro, das sombras coradas e dos fenômenos de contraste, facilitava, contudo, a explicação das discromatopsias, e, coisa notavel, suscitou interessantes aplicações que iriam levar **MAXWELL** a realizar em 1861, pela primeira vez, uma projeção policrômica, servindo-se de três clichês positivos, até hoje guardados no museu do Cavendish Laboratory de Cambridge.

Como curiosidade, importa salientar este fato, comum, aliás, em ciencia, de que **Luis Ducos de Hauron**, ignorando os trabalhos de **MAXWELL**, faz uma comunicação em 1858 à Sociedade de Ciencias de Agen sobre as pesquisas que empreendera e que terminaram em 1862 sobre a fotografia em cores por meio de três clichês. Em 1869, certo do triunfo, fazia uma comunicação à Sociedade Francesa de Fotografia, notando-se a coincidência admiravel de, no mesmo dia, ser dirigida tambem uma tese por **Charles Cros** contendo os mesmos princípios.

A-pesar-dos trabalhos de **JOLY** e **LUMIÈRE** e as conquistas modernas de laboratorio, a fotografia a cores ainda não pode reproduzir todas as nuances com o seu grau exato de saturação.

No tocante às suas aplicações, queremos aqui assinalar os resultados práticos colhidos por **BELFORT MATTOS**, que, em nosso meio, foi o pri-

meiro a obter a fotografia do fundo de olho a cores, ou a foto-cromo-retinografia, como a denominou.

\*  
\*   \*  
\*

**KUEHNE** foi o primeiro a assinalar que nos cones e bastonetes se operava, na percepção das cores, uma reação fotoquímica, graças à *púrpura retiniana*.

Com a teoria de **ARMAND DE GRAMONT**, parece-nos que os extremos se tocam e vamos encontrar na estrutura retiniana um fenômeno *foto-elétrico*. Vejamos, rapidamente, alguns dados histológicos da retina, necessários à nossa exposição.

A retina, como prolongamento do cérebro, é uma expansão das quinhentas mil fibras nervosas, componentes do nervo óptico, de maneira que a espessura retiniana decresce do centro para a periferia, acrescentando-se que à maneira que se afasta da fovea, ela diminui de 350 a 100 microns. As fibras do nervo óptico terminam ligando-se às células visuais: cones e bastonetes, por intermédio das ganglionares, notando-se que entre elas há as células bi-polares, cuja função não é ainda conhecida.

Esses elementos da retina, quer por sua forma ou grau de associação, é que caracterizam as suas diferentes zonas, como a *mácula*, que mede a insignificância de pouco menos de dois milímetros de largura por um de altura, e, contudo, é a parte mais sensível da retina.

No centro da mácula encontramos uma pequena depressão cujo diâmetro varia entre 150 a 200 microns, sendo o lugar onde as células sensoriais se apresentam em maior densidade para dar ao olho nesse ponto minúsculo o poder selecionador que ele oferece no seu mais alto grau.

Essa disposição dos cones e bastonetes desde a fovea à periferia e o seu agrupamento em relação com as fibras nervosas tem sido a base de todas as pesquisas e deduções dos físicos e biólogos no sentido de definir e explicar os problemas intrincados da visão.

**SCHULTZE**, em 1866, lançou a idéia de que os cones e bastonetes deviam exercer papel diferente na visão, acreditando que as aves noturnas teriam retinas com células comparáveis aos bastonetes e que os animais diurnos teriam retinas cujos elementos sensíveis seriam comparáveis aos cones dos olhos humanos.

**PARINAUD** e **VON KRIES** edificaram uma teoria sobre esses dados da oftalmologia comparada. Aceita, sem crítica, por muitos autores, ela não resiste às conclusões que é possível tirar das provas anátomo-histológicas mais finas.

Segundo **PARINAUD**, a retina seria sensível às cores pelos cones, enquanto que pelos bastonetes seria impressionada pelas radiações curtas, tornando-se sede, apenas, da sensação luminosa.

Através dos estudos histo-fisiológicos mais recentes de **Mlle. VERRIER**, chegamos a conclusões diferentes de **PARINAUD**.

Preliminarmente, Mlle. VERRIER mostrou, como condição inicial, não haver entre cones e bastonetes uma notável diferença de estrutura.

O estudo embriológico revelou um desenvolvimento inicial análogo, até que uma ou outra das suas partes constitutivas adquira uma importância mais acentuada que vai fixar a forma definitiva da célula diferenciada.

Os elementos anatômicos são os mesmos, quer nos bastonetes, quer nos cones; apenas os segmentos externos, que se acham imbricados nos filamentos da coróide, são nestes muito menos numerosos do que naqueles, embora uns e outros sejam constituídos por pequenos discos achatados superpostos, como uma pilha de moedas.

Fazendo três cortes histológicos da retina, um na região periférica, outro na macular e o terceiro na fovea, observa-se que, si os bastonetes se alongam, à medida que se aproximam da fovea, de igual modo os cones se afastam da forma típica, tornando-se cada vez mais alongados, a ponto de se confundirem com os bastonetes. Nota-e, assim, que não há cones e bastonetes, mas sim uma série de elementos retinianos que se diferenciam cada vez mais, à medida que se afastam da fovea e se aproximam da periferia.

A tal ponto vai a similitude que Mlle. VERRIER afirma: — “Não se concebe que CAJAL e seus sucesores tenham podido batizar de cones as células foveais.”

Depois de fazer longos estudos de histologia oftalmológica comparada em grande número de animais, ela conclue: — “As duas formas clássicas tão nitidamente distintas das células visuais humanas, cones e bastonetes, são termos extremos que se ligam a uma série de múltiplos intermediários.”

ARMANO DE GRAMOND atribue às células visuais uma dupla função: a percepção dos valores e a percepção das cores.

As sensações coradas seriam devidas, de acordo com a hipótese por ele apresentada no ano último, aos segmentos externos dos bastonetes, atribuindo aos cones, nos quais os discos dos segmentos são em muito menor número, um papel mais importante na percepção dos valores, assim como teriam papel predominante na elaboração das substancias químicas que produzem as sensações luminosas independentemente da cor.

A diferenciação histológica estaria de acordo com a experiencia, uma vez que a parte central da retina, com exceção da fovea, é mais sensível às cores do que a periferia, cabendo a esta discernir os valores. Esta passagem de um gênero de sensibilidade a outro é devida à modificação contínua das células visuais do centro até à periferia. Os cones e bastonetes são os únicos elementos sensíveis à luz e nas ramificações do nervo óptico apenas se passam fenômenos físicos e químicos capazes de criar um fluxo perceptível pelo cérebro.

Aliás, à entrada do nervo óptico no olho, não se acha nenhum elemento retiniano sensível, e aí encontramos o *punctum coecum* de MARIOTTE.

\*  
\*   \*  
\*

A percepção das cores situa-se ainda entre os mais obscuros problemas da fisiologia ocular, visto apresentar um mecanismo muito mais complexo que as outras manifestações sensoriais.

Basta salientar que os elementos da retina recebem impressões simultaneas e diversas e transmitem, além dos valores energéticos recebidos, cores definidas por uma certa radiação, já que não é possível dar a definição de uma cor a não ser pelo seu comprimento de onda.

A sensibilidade normal do olho tem o seu alfa e omega bem determinado, não selecionando mais de 150 a 200 tons, segundo os estudos do físico russo **MANDELSTAMM**, mais tarde comprovados por **MÖLER-LADEKARL**.

Nos dois extremos da gama das radiações percebidas pelo olho, há duas largas faixas unitonais, o vermelho e o violeta, mostrando que os receptores cerebrais são sensíveis a uma larga extensão do espectro visível.

**ARMAND DE GRAMOND** serve-se do exemplo para, com analogia com os circuitos oscilantes, dizer que esses receptores cerebrais são suficientemente amortecidos para entrar em ressonância dentro de tais limites.

A hipótese original de **GRAMOND** está em assimilar a percepção das cores à ressonância de um receptor mecânico ou elétrico que possa responder a todas as solicitações produzidas dentro de certas frequências, desde que o receptor esteja convenientemente *amorti*.

Dado que os elementos retinianos fossem susceptíveis de produzir uma corrente elétrica, a percepção das cores e a ressonância de um receptor teriam uma certa analogia.

Resta saber, diz **ARMAND GRAMOND**, si uma radiação luminosa é capaz de produzir um fenômeno vibratório em ressonância com as ondas do espectro visível.

**GRAMOND** fez experiências que lhe permitiram transformar uma onda electro-magnética em cargas elétricas. Ora, as ondas luminosas são da mesma natureza que as electro-magnéticas.

Os fenômenos *piezoelétricos* (do grego *piezein*, que significa pressão), estudados por Jacques e Pierre **CURIE**, despertaram a atenção do autor da hipótese em questão, que lembrou existir analogia entre a percepção das cores e a ressonância piezoelétrica.

O quartzo ou cristal de rocha é um dos elementos piezoelétricos mais espalhados na natureza, sendo usado como estabilizador das estações emisoras de *broadcasting* e **T.S.F.** Uma lâmina de cristal de um milímetro vibra numa frequência de cerca de três milhões de vibrações por segundo ou sejam três mil quilociclos.

O autor experimentou colocando uma lâmina de cristal piezoelétrico no interior de uma ampola de vidro fechada, fazendo ensaios com gases

diversos, conseguindo que eles se iluminassem com a ressonância da lâmina de quartzo solicitada por uma onda eletro-magnética.

Mostrou a experiencia ser possível transformar uma onda electro-magnética diretamente numa onda vibratoria luminosa.

GRAMOND supoe que a percepção das cores pode aproximar-se da ressonancia piezoelétrica, vendo na morfologia dos segmentos externos dos bastonetes fundamentos para a sua teoria.

Em resumo, a teoria de Armand GRAMOND explicaria o mecanismo da percepção das cores da maneira seguinte: os ressoadores retinianos seriam postos em ação pelas ondas do espectro visivel sobre uma fundamental determinada por sua dimensão piezoelétrica.

A corrente elétrica assim produzida terminaria nos receptores cerebrais, que dariam a sensação coroadada. As deficiencia dos receptores daria lugar às discromatopsias.

Mas, é para perguntar, encontraremos na química dos elementos retinianos algum dos constituintes do cristal?

As sensações coroadadas seriam produzidas pelos ressoadores piezoelétricos representados pelos segmentos externos dos cones e bastonetes, que seriam capazes de transformar em uma corrente elétrica a onda electro-magnética luminosa incidente.

\*  
\*   \*

Das teorias antigas de KUEHNE, YOUNG e HERING, chegamos aos tempos modernos da eletricidade, *un peu par tout*.

O velho CADIAT, que estava longe de supor a existencia dos fotons que EINSTEIN havia de um dia descobrir, chegara a definir a luz como uma função do globo ocular. Fora de nós, dizia CADIAT, tudo é movimento sem ser luz; é o globo ocular que transforma o movimento vibratorio em luz. E exclamava: o mundo é iluminado pelo poder visual do homem!

Hoje, sabemos, com os progressos da física nuclear, que a vibração sonora é passível de ser representada, como fenômeno luminoso.

Armand GRAMOND, ao lançar a sua hipótese, sente o éco das discussões que envolveram as velhas teorias, mas tem a animá-lo o século da eletricidade que poderá dar às suas idéias um cunho de realidade.

## BIBLIOGRAFIA

ARMAND DE GRAMOND — *Les problèmes de la vision*.

MARCELL BOLL — *Idées Nouvelles sur la Télévision*.

— *Les Deux Intinis*.

ALBERT EINESTEIN — *Comme je vois le monde*.

A. BOUTARIC — *La lumière et les radiations invisibles*.