

APPENDICE

sulla colorazione di alcuni umori e membrane dell'occhio;
e sulle conseguenze che ne derivano nella percezione
de' colori.

Ricevuta li 3 Giugno 1842.

La visione, giusta i principi che abbiamo esposti nella precedente memoria, si produrrebbe in virtù de' rapidissimi movimenti di vibrazione che assumerebbero le particelle nervee della retina sincronicamente ai periodi delle onde eteree di cui supponiamo composte le radiazioni luminose: questi movimenti di sincronismo, *considerati per rispetto alle diverse colorazioni prismatiche*, non sarebbero punto proporzionali alle quantità di moto contenute nelle onde incidenti, ma nascerrebbero propriamente dall'*accordo, o relazione di analogia*, che sussiste tra le diverse vibrazioni dell'etere, e le oscillazioni più facili ad eccitarsi nelle molecole nervose che compongono la retina. Le onde situate oltre i due limiti dello spettro sarebbero incapaci di destare nella retina nessun movimento di vibrazione, e pertanto invisibili, perchè prive di qualunque accordo colla *tensione, o elasticità molecolare* di questa membrana. Le onde gialle sarebbero invece le più lucide, perchè le loro vibrazioni si conformerebbero meglio di qualunque altra colla detta tensione della retina.

Egli è poi evidente che, tanto in questa teorica, come in qualunque altro modo di considerare i fenomeni ottici, la quantità di luce dipende dalla energia della radiazione, la quale viene rappresentata, nel nostro caso, dal vigore con cui si compiono le vibrazioni eteree; poichè la radiazione verde o turchina dello spettro solare, a cagion d' esempio, potrà benissimo, in virtù della sua *poca concordanza* colla elasticità

Tomo XXIII.

T

molecolare della retina sviluppare, a parità di circostanze, la sola decima parte della luce recata dalla radiazione gialla; ma le azioni luminose di queste due radiazioni diverrebbero manifestamente uguali, qualora la forza delle vibrazioni nelle onde turchine si facesse dieci volte maggiore di quella che posseggono le vibrazioni delle onde gialle.

Le relazioni tra le diverse energie di questi movimenti eterei vengono somministrate dai gradi di riscaldamento che assume successivamente, sotto la loro azione, una sostanza termoscopica coperta di negrofumo. Ora, nello spettro solare, il riscaldamento del termoscopio annerito, debolissimo sul limite violaceo, va crescendo man mano che passa nei colori inferiori, sino al limite rosso opposto. I due elementi della forza luminosa sembrano dunque camminare concordemente in tutti i colori compresi tra il violaceo ed il giallo, vale a dire, che, siccome procedendo dal violaceo al giallo, lo sviluppo di luce cresce colla temperatura, o *quantità di moto* delle varie zone prismatiche, così potrebbe succedere che anche l'*accordo* delle onde eteree con la elasticità molecolare della retina s'aumentasse nella medesima proporzione. Non affermiamo però che ciò sia veramente, poichè l'elemento turchino, per esempio, potrebbe esercitare sulla retina la medesima azione dell'elemento verde, e somministrare una quantità minore di luce per sola virtù della minor quantità di moto; quindi il principio da noi adottato, relativamente alla varia concordanza delle onde eteree colle vibrazioni atomistiche della retina, non è necessario per la spiegazione dell'andamento calorifico e luminoso di tutta la parte dello spettro compresa tra il violaceo ed il giallo. Ma pare che siffatto principio diventi al tutto indispensabile per spiegare il decrescimento di energia luminosa che ha luogo dal giallo al rosso estremo; altrimenti, come si potrebbe concepire che *un aumento di forza nella radiazione, produca una diminuzione nello sviluppo della luce corrispondente?* Ammettendo invece che le onde rancie e rosse concordino meno delle onde gialle colla *tensione molecolare*

della retina, s'intende perfettamente che le prime, quantunque più vigorose delle seconde, possono dar luogo ad una luce meno intensa. L'ipotesi è tanto più plausibile che, spinta agli estremi, essa conduce, come si disse dianzi, ad una felicissima spiegazione del perchè le *onde chimiche* situate oltre il violaceo, e le *calorifiche* poste oltre il rosso (le quali posseggono tutte le proprietà delle onde luminose, non esclusa la *colorazione*, vale a dire, la proprietà di essere diversamente diffuse, trasmesse, o assorbite da una medesima sostanza) sieno invisibili all'occhio umano.

Teniamo dunque per ferma la diversa attitudine delle onde lucide ad eccitare le vibrazioni della retina, e l'*effetto massimo* prodotto dal color giallo.

Secondo il principio generale del sincronismo tra le oscillazioni dell'etere e le vibrazioni atomistiche della materia ponderabile, le sostanze che vibrano colla medesima facilità per l'azione delle onde luminose di qualunque lunghezza, sono bianche: colorate sono per l'opposto quelle sostanze, le quali vibrano più facilmente in virtù di alcune onde luminose, mostrandosi meno sensibili all'azione delle altre; per cui una sostanza è rossa, verde, o turchina, secondo che la *tensione* delle sue molecole si confà maggiormente col periodo vibratorio delle onde eteree rosse, verdi, o turchine. Viceversa, quelle sostanze le cui molecole seguono più facilmente le vibrazioni di tale o tal altra onda luminosa, saranno necessariamente colorate. Ora noi sappiamo che le onde gialle producono, per virtù di consonanza l'effetto massimo sull'organo della visione: dunque la retina non deve essere bianca, ma gialla:

Prima di procedere alle osservazioni da noi raccolte intorno a questa quistione, notiamo che la nostra conclusione rispetto al colore della retina suppone, in fatto di proprietà ottiche, una perfetta uguaglianza tra questa membrana e le sostanze minerali. Ora ognuno intende che la forza vitale potrebbe comunicare alla retina un grado di eccitabilità partico-

lare ad ogni onda colorata, la quale *eccitabilità differenziale* si dileguerebbe in un colla vita; laonde, quand' anche la detta membrana estratta dall'occhio fosse bianca, come l'asseriscono tutte le opere che abbiám consultate intorno alla fisiologia dell'occhio, ed alla teorica della visione, non ne risulterebbe perciò un argomento contrario alla opinione da noi adottata relativamente alla massima sensazione luminosa del raggio giallo.

Ma convien supporre che nessuna persona sufficientemente versata nelle applicazioni dell'Optica abbia esaminata siffatta membrana colla dovuta attenzione; altrimenti ci pare fuor di ogni dubbio, che le descrizioni odierne dell'occhio non dichiarerebbero bianca la sostanza nervea che compone la retina, ma la direbbero dotata di una tinta gialla ben determinata.

E veramente guardando con attenzione le varie parti della retina si scorge nel suo mezzo, presso il nervo ottico, e dirimpetto al cristallino, uno spazietto tinto di giallo, più o men carico, che porta impropriamente il nome di *macchia di Soëmmering*, essendo stato osservato e descritto prima del Soëmmering dal nostro compatriota Buzzi (1). Il colore di questa macchia, parecchi giorni dopo l'estrazione dell'occhio, si trova ancora eguale in vigore a quello ch'essa manifestava pochi momenti dopo la morte dell'individuo, e pare anzi sbiadare alquanto col tempo piuttosto che crescere di valore: per cui tutto c'induce a credere che la macchia del Buzzi formi una condizione normale della retina; ed intorno a ciò, non muovono infatti nessun dubbio i periti degli studj anatomici.

Ammissa pertanto l'esistenza indubitabile della macchia gialla, si sezioni il globo dell'occhio in guisa, che il taglio passi pel centro: si vedrà che la grossezza della retina va crescendo manifestamente dall'orlo rivolto verso il cristallino alla parte centrale, ove sta per l'appunto situata, come dicemmo pocanzi, la macchia gialla. Questo fatto, da noi verificato con

(1) Buzzi *Nuove sperienze fatte sull'occhio umano*. Opuscoli scelti di Milano per l'anno 1782.

molta cura, non presenta d'altronde un'ombra di dubbio, essendo già noto nella scienza per le osservazioni di Soëmmering, di Langenbeck, e del chiarissimo nostro compatriota Stefano delle Chiaje.

Una delle maniere più semplici di porre in evidenza questa grossezza ineguale della retina consiste a dividere l'occhio per metà, circa, nella direzione normale all'asse; reciso quindi il nervo ottico interiormente, presso la coroidea, ed estratta la retina dall'emisfero posteriore, si libera diligentemente dall'umor vitreo, dal pigmento, e da qualunque sostanza eterogenea, e si partisce poscia in quattro settori eguali per modo che i due tagli perpendicolari passino pel centro della macchia Buziana: si stende infine uno di questi settori sopra una laminetta di vetro dirigendo uno de' suoi lati rettilinei lungo l'orlo della lamina: operazioni tutte che si compiono facilmente entro un vaso ampio e poco profondo pieno d'acqua pura, e mediante i più semplici strumenti anatomici, le mollette, la forbice, ed il bisturi. Si ascinga infine accuratamente con un pannolino la lamina, e la sovrapposta porzione della membrana. La semplice ispezione ad occhio nudo del lato che corre lungo la lamina basta per mostrare che la retina decresce notabilmente di grossezza andando dal centro del settore alla circonferenza; ma esaminata la sezione con una lente che ingrandisca 50, o 60 volte, si vede inoltre che la profondità è maggiore di molto nella parte centrale, precisamente ove sta la macchia del Buzzi, al terminar della quale havvi un rapido decrescimento, che si cambia poi in una gradazione dolcissima, la quale continua sino all'opposta estremità.

Ora tutti sanno che nei mezzi diafani le colorazioni leggere non cominciano a manifestarsi se non ad una certa profondità. Siamo pertanto naturalmente condotti ad ammettere, che il color giallo della macchia buzziana non derivi da una colorazione speciale a quel dato spazio della retina da essa occupato, ma provenga invece da una tinta diffusa in tutta la massa; la quale tinta, insensibile nella massima parte della

retina, perchè debole e propria di un corpo diafano sottile, si fa visibile nella parte centrale in forza della maggiore profondità ivi dominante. Così tuffando entro un liquido leggermente colorato le estremità di parecchi tubi di vetro di diametro diverso, le colonne sollevate nel loro interno per l'azione capillare si veggono limpidi e perfettamente scolorate nei cannelli più minuti, mentre la colorazione apparisce distinta ne' tubi, il cui vano è sufficientemente ampio.

Questa nostra opinione trova poi appoggi saldissimi nelle osservazioni seguenti.

La macchia gialla della retina non ha contorni ben determinati, ma vanienti, come deve appunto succedere in un mezzo che perde il proprio colore per un assottigliamento, rapido sì, ma graduale: tuttavia si può distinguere, a un dipresso, la separazione tra il giallo, e la porzione che non possiede in apparenza nessuna colorazione, e segnlarla con un tratto di penna o di matita, nella lamina sottoposta. Notato dunque il limite del giallo sull'orlo del vetro, quando guardasi il settore in direzione perpendicolare, si ripeta l'osservazione sotto una grande obliquità, ed in guisa che la parte più profonda della retina sia anche la più vicina all'occhio: si vedrà il confine del giallo oltrepassare il tratto segnato sulla lamina; dunque la colorazione gialla sussiste anche intorno alla macchia buzziana, e la sua invisibilità, nei casi ordinari è dovuta alla poca profondità traversata dal raggio visuale.

Per mostrare che lo stesso colore trovasi del pari nelle parti estreme, basta avvolgerle una o due volte sopra se medesime; le pieghe si veggono in tal caso assumere una tinta giallognola, analoga al colore della macchia centrale. Quest'ultima sperienza esige una retina fresca, ben purgata di ogni mucosità, non macerata a lungo nell'acqua, ma lasciata il meno tempo possibile nel detto liquido: è parimenti necessario, per la riuscita dell'esperimento, che le parti sovrapposte combacino perfettamente, senza interposizione di bollicine d'aria d'acqua, od altre sostanze, le quali impediscano la trasmissione

regolare, e convertendo la luce diretta in luce diffusa, tolgano la vista del colore appartenente alla retina. È noto infatti che le tinte pallide di una sostanza trasparente, come sarebbe verbigrazia il vetro leggiermente colorato, aumentano in vigore quando parecchi strati della medesima specie vengono sovrapposti intatti e puliti; ma smerigliate le superficie in guisa da renderle scabre, o spezzate le lamine levigate e formate un ammasso di minuti frammenti, gli sfregi superficiali e il miscuglio dell'aria distruggono qualunque apparenza di colorazione.

Buzzi ebbe occasione di notomizzare gli occhi di due individui morti in istato d'itterizia, uno de' quali vedeva gli oggetti co' loro colori naturali, e l'altro, tinti di giallo: il primo aveva la macchia centrale un po' più viva del solito, e bianco come d'ordinario, il rimanente della retina; nel secondo, per l'opposto, tutta la retina si era ingiallita, ed il colore della macchia centrale sommamente esaltato (1). Queste due osservazioni vengono esse pure a confermare la nostra opinione sull'indole della macchia buzziana; poichè lo sviluppo del giallo nella parte più sottile della retina produce un accrescimento notevole di forza nel colore nella parte centrale, che è la più profonda; ed un aumento di colorazione troppo debole per apparire sulla parte sottile, si mostra solamente efficace nella parte più crassa del centro.

Dal secondo caso emerge poi l'importantissima dimostrazione che i raggi luminosi operano sulla retina come su qualunque altro corpo colorato, e che la tinta gialla di siffatta membrana le comunica veramente nello stato di vita la facoltà, da noi presupposta, di percepire il giallo più fortemente degli altri colori prismatici.

Le conclusioni contenute nella nostra precedente memoria intorno alla diversa energia delle percezioni luminose, sono

(1) Vedi la citata memoria del Buzzi.

dunque maravigliosamente confermate dalla colorazione della retina.

Nè qui cessano i dati favorevoli alla nostra teorica.

La retina è per noi un corpo vibrante sotto l'azione delle onde eccitate nell'etere dai corpi luminosi, un corpo comparabile, in certa qual guisa, ad uno strumento musicale che risuoni per virtù delle onde sviluppate nell'aria dai corpi sonanti. Ora quasi tutti gli strumenti perdono coll'uso le reciproche relazioni delle loro note normali, diventano cioè, più o meno, scordati. — Così succede anche per rispetto alla retina. — E veramente, notomizzando gli occhi di parecchi individui abbiamo trovato costantemente la macchia gialla tanto più pallida, quanto più l'occhio era invecchiato. Questo impallidire della macchia buzziana, facilissimo a verificarsi (quantunque notato da noi, a quel che pare, per la prima volta) dimostra che il tempo altera a poco a poco i rapporti di energia delle vibrazioni diverse che le onde prismatiche imprimono alle molecole nervee della retina. — Ma la natura oppone a siffatto sconcerto una di quelle tante provvidenze che ci fanno ad ogni passo maravigliare nello studio dei fenomeni organici.

Il cristallino è perfettamente limpido e scolorato sino all'età di 25, o 30 anni, passato il qual periodo, esso comincia a sviluppare una leggerissima tinta giallognola, che aumenta di vigore colla età, ed uguaglia finalmente il più vivo colore dell'ombra gialla nei vecchi di 75 ad 80 anni.

Per ben intendere l'azione che questo singolar fenomeno esercita sulla visione, è d'uopo considerare che l'affievolimento della *tensione differenziale* di cui sono dotate le molecole della retina per rispetto alle onde elementari, tende manifestamente a renderle di più in più indifferenti alla *qualità*, o vogliam dire al *colore* dell'onda incidente; questo affievolimento, in termini più precisi, toglie gradatamente al raggio giallo la sua preponderanza sulle sensazioni eccitate dagli altri raggi luminosi. Ora il cristallino negli uomini attempati assorbisce, durante il passaggio delle radiazioni, la luce gialla meno

delle altre e riproduce pertanto nei raggi luminosi di vario colore quelle differenze di energia che si palesavano prima all'organo visivo in forza della sola colorazione della retina.

A confermare siffatta legge di compenso, abbiám fatto il seguente esperimento. Levato il cristallino, ed isolata la porzioncella di retina che porta la macchia del Buzzi dagli occhi di parecchi individui di varia età, si posarono i cristallini sulle rispettive macchie retiniche: i diversi sistemi ci apparvero tutti egualmente colorati. L'esperienza, spinta ai due limiti opposti, è veramente curiosa, perchè, siccome nella prima gioventù tutto il giallo, è per così dire, concentrato sulla retina a cagione della perfetta limpidezza del cristallino, così nell'ultima vecchiaja la retina ha perduta ogni traccia di colorazione, mentre il cristallino si trova allo stato di massimo ingiallimento. Quindi in siffatte circostanze basta porre a confronto la macchia buzziana del giovane col cristallino del vecchio: ed allora questi due corpi di costituzione sì diversa, si veggono ambedue tinti del medesimo colore.

La comparsa, e il progresso della tinta gialla nel cristallino sarebbe dunque un vero processo di *accordatura* per rispetto alle consonanze dell'occhio sotto l'azione dei diversi colori, e produrrebbe, colle sue differenze di assorbimento sugli elementi della luce trasmessa, tali alterazioni nelle loro energie lucide relative, che giugnendo essi sulla retina, vi ecciterebbero sempre le medesime sensazioni. — Così si concepisce perfettamente perchè il bianco si conservi bianco per noi in qualunque età malgrado la colorazione crescente del cristallino. Altrimenti l'interposizione di un mezzo giallo tra gli oggetti e la retina, senza l'apparizione di un colore analogo, sarebbe uno dei fenomeni più strani ed inconcepibili della visione.

Questa specie di mistero ottico ha forse trattenuto sinora la massima parte dei fisici dal parlare delle alterazioni, notabilissime, che si manifestano successivamente nella tinta del cristallino, alterazioni osservate da cento e più anni dal me-

dico francese Petit, e da lui descritte nelle Memorie della R. Accademia delle scienze di Parigi, per l'anno 1730.

Noi confessiamo ingenuamente che l'esistenza di una colorazione nel cristallino e nella retina ci era del tutto ignota, quando un giovane medico e fisiologo di bellissime speranze, il dottor Demartino, che trovavasi presente alla lettura della nostra Memoria sulla radiazione solare, richiamò la nostra attenzione sulla macchia del Buzzi, ed ebbe in seguito la gentilezza di prestarci la sua efficacissima assistenza nelle osservazioni suindicate, dalle quali risulta, se non c'apponiamo, uno de' più validi argomenti che si possa desiderare in favore del principio di *massima consonanza delle onde gialle, colle vibrazioni molecolari della retina*; principio al quale fummo condotti dalla sola discussione delle energie lucide e calorifiche appartenenti ai diversi elementi dello spettro solare.

I sistemi scientifici non sono pertanto sì sterili, o nocivi, come lo pretendono certe scuole moderne, che attenendosi, forse con troppa severità, ai soli fatti e alle loro conseguenze immediate, condannano altamente le idee ipotetiche destinate a riunirli in un solo corpo di dottrina. Se queste nostre osservazioni spargono qualche lume sulla fisiologia delle varie gradazioni di giallo sviluppate successivamente nel cristallino e nella retina, ciò deve, senz'alcun dubbio, attribuirsi alle idee sistematiche colle quali abbiam cercato di rendere ragione della divergenza tra le posizioni che assumono i massimi di luce e di calore nella radiazione solare decomposta col prisma.

E, passando alle più importanti scoperte, chi non sa che Joung e Fresnel giunsero alle stupende loro teoriche de' fenomeni della diffrazione, e della rotazione del piano di polarizzazione de' raggi luminosi, mediante la supposizione dell'etere e delle sue vibrazioni?

Taluni obietteranno, forse, la tendenza pericolosa che imprimono alla scienza le ipotesi, ed i sistemi. Ma dove sta, di grazia, il pericolo, quando si distingue accuratamente la

parte ipotetica da quella che è ben dimostrata dal fatto e dalla osservazione? Le ipotesi, secondo il parere di tutti coloro che vanno in cerca di nuove verità nelle scienze naturali, lungi da riuscir dannose, nello stato presente di queste scienze, sono anzi di molto utile per la loro attitudine a suggerire esperienze ed argomentazioni, le quali non sarebbero forse mai altrimenti cadute nel campo della discussione.