

FISICA STOCKMEYER

A cura di Nereo Villa

Presentazione

I seguenti contenuti di Ottica riguardano una rinnovata **concezione** della fisica della luce. Quanto qui esposto non avanza pretese di essere di più che un abbozzo lontanissimo dall'abbracciare l'enorme settore della scienza che riguarda la luce, abbozzo dal quale forse a poco a poco ci si potrà formare un quadro completo nei secoli futuri.

Già insegnante dal 1911 di matematica e di scienze naturali in varie scuole, **Ernst August Karl Stockmeyer** (1886-1963) fu nel 1919 strenuo coadiutore di Rudolf Steiner nel fondare la prima scuola Waldorf, contribuendo allo sviluppo della pedagogia steineriana.

Con rammarico faccio notare che in Italia le cosiddette scuole steineriane odierne sanno ben poco di come dovrebbe essere la fisica secondo il piano di studi di Stockmeyer, perché se questi contenuti (anche solo una piccola parte) fossero conosciuti non esisterebbero in rete aberranti pagine di regime, glorificanti l'einsteinismo, come ad es., la seguente "**Pedagogia e didattica**" (in previsione della rimozione di detta pagina cfr. "**La pagina della vergogna**").

I due saggi qui presentati, intitolati "**Fenomeno dell'innalzamento ottico. Nel contempo un esempio per il giusto inserimento dell'uomo nell'insieme della fisica**" e "**Lo spazio della luce e dell'oscurità. Contributi per una nuova ottica**", non sono certo recenti, ma il loro contenuto non è affatto invecchiato. Si può, anzi, dire che proprio oggi (17° anno del terzo millennio) occorrerebbe incominciare a valutarne davvero la portata, vista la palese crisi sia nella ricerca scientifica come tale, sia anche nell'insegnamento stesso della fisica, ridotta oramai ad una vera e propria peste culturale.

I limiti della ricerca fondata sui metodi di Bacone e di Galilei risultano ormai evidenti, e reputo quindi importante presentare questo nuovo orientamento della scienza naturale. Esso prende le mosse dalle ricerche scientifiche di Goethe (cfr. il mio ennesimo video su questo argomento: "**Sulla luce occorre ripartire da Goethe**"), poi ampliate da Steiner, anche se naturalmente ci troviamo di fronte a degli spunti iniziali che altri

insegnanti steineriani - come ad esempio Baravalle, Unger, Bindel, e Ott - hanno in parte già ampliato, ma che andrebbero completati sotto molti punti di vista.

E. A. K. Stockmeyer si rivolgeva innanzitutto agli insegnanti che dovevano iniziare a svolgere la fisica coi ragazzi della scuola media; ma gli spunti che si possono trarre da questi lavori hanno una portata molto più vasta e dovrebbero interessare ognuno che abbia a cuore non solo un insegnamento della fisica adatto alla reale natura del bambino, ma anche una scienza più “umana”, che non conduca ai drammi, ecologici e culturali, in cui versa tutto l’odierno organismo sociale planetario a causa delle ricerche tradizionali.

I seguenti due saggi sono apparsi all’epoca della prima Scuola Waldorf nella rivista “Erziehungskunst” e in quella che la precedette (“La pedagogia di Rudolf Steiner”, Anno III, 1929, N. 3/4; “Erziehungskunst”, Anno 9° - 11°).

Mi sono limitato a rendere la forma italiana più fruibile, a sostituire le parole in grassetto con il maiuscolo e a mettere fra virgolette alcuni termini di movimento relativi alla luce, la quale - come risulta anche da questi due saggi - è presenza cosmica, non movimento.

Nereo Villa
Castell'Arquato, 25 gennaio 2017

1° SAGGIO
FENOMENO DELL’INNALZAMENTO OTTICO
Nel contempo un esempio per il giusto inserimento dell’uomo
nell’insieme della fisica

La fisica dovrebbe essere anche disciplina del pensare, dato che - fino a prova contraria - non esiste alcun settore scientifico i cui risultati penetrino, illuminandoli, nei problemi della coscienza umana in modo così significativo come appunto quelli della fisica. **Nei concetti della fisica, solo che siano afferrati nella loro purezza, c’è ovunque e sempre l’uomo non solo come essere meramente materiale, ma come “io”, cioè come essere immateriale.**

Ciò non significa che i risultati della fisica offrano subito e in modo manifesto e definibile una conoscenza dell'uomo, e in modo evidente il suo inserimento nella vita; ciò che abbiamo in tali risultati riguardano problematiche enunciate nella loro compiutezza, che la natura - se siamo in grado di osservarla in modo giusto - pone dinanzi alla nostra anima (attività interiore), anche qualora detti enunciati consistessero nella mera esatta descrizione dei fenomeni. Pertanto sono proprio i rapporti tra quei fenomeni che, in fisica, dovrebbero costituire sempre l'inizio. Ogni presentazione integrale di un fenomeno, anche finalizzato a renderne più chiara l'immagine, è sempre un problema che nell'io umano, per quanto assopito possa essere, si trasforma in concetto.

Cercherò di mostrare ciò con un fenomeno che, per le sue caratteristiche, invita ad essere osservato in modo da trascurare completamente la spiegazione dal punto di vista di una qualche teoria: intendo parlare del FENOMENO DELL'INNALZAMENTO OTTICO.

Notoriamente, guardando nell'acqua ferma, si riscontra che il fondo del recipiente e tutti gli oggetti che sono nell'acqua, appaiono notevolmente sollevati: sembrano stare più in alto di quanto non apparirebbero se l'acqua non li coprisse. Il modo più semplice consiste nel guardare nell'acqua esattamente dalla verticale. Gli oggetti nell'acqua e il fondo sembrano essere avvicinati verticalmente; e con un semplice aggiustamento sperimentale si trova anche la misura di questo sollevamento. A questo scopo si usa una vaschetta a pareti verticali, piena d'acqua, e vi si poggia sul fondo un oggetto di una grandezza determinata, per esempio una bacchetta lunga 10 cm. Si mette la bacchetta, che deve essere sufficientemente pesante per non venire a galla, vicinissima a una delle pareti del recipiente. Se ora si avvicina, esteriormente alla stessa parete, una bacchetta di uguale grandezza, in modo che siano vicinissime una all'altra, alla medesima altezza e rispettivamente parallele, guardando dall'alto esattamente in verticale tutt'e due le bacchette - dunque in modo da vedere solo il limitato spessore della parete e da poter osservare ambedue le bacchette col medesimo occhio - la bacchetta interna appare, per un buon tratto, in posizione più alta di quella esterna e pertanto anche più grande. Alzando ora quella esterna in modo opportuno si può trovare esattamente il punto in cui questa deve stare per apparire alla medesima altezza alla quale appare quella interna. In quel punto essa non si differenzia più, neanche per grandezza, da quella interna.

Secondo gli esperimenti fatti, il rapporto della profondità apparente dell'acqua rispetto alla profondità reale (la chiamo "profondità apparente") è uguale a $\frac{3}{4}$, ossia al reciproco dell'indice di rifrazione dell'acqua che, notoriamente, è uguale a $\frac{4}{3}$ (l'esperimento si può fare ovviamente anche con altri liquidi: "la profondità apparente" risulta sempre uguale al reciproco dell'indice medio di rifrazione). L'esattezza della misurazione è del tutto sufficiente per questa dimostrazione. Ora, guardando attraverso l'acqua il fondo del recipiente, che si presume piano e orizzontale in tutta la sua estensione, non lo si vede più piano: sembra che a partire dal punto che si trova esattamente sotto l'occhio, questo si curvi dolcemente verso l'alto in tutte le direzioni. Dunque, mentre la "profondità apparente" può essere espressa, guardando esattamente in direzione verticale, appunto per mezzo del reciproco dell'indice di rifrazione, questa diminuisce lentamente per l'occhio, rivolto obliquamente verso il basso e diventa zero per lo sguardo che rasenta la superficie dell'acqua. Cioè in tal caso si vede il fondo del recipiente fondersi in una linea con la superficie: l'acqua sembra perdere completamente, in lontananza, la sua profondità, ed il fondo del recipiente assomiglia ad una scodella (che proprio sotto gli occhi presenta la sua massima profondità) che si solleva dolcemente in tutte le direzioni fino alla superficie dell'acqua. Osservando ora la parete del recipiente, che in effetti è verticale, obliquamente dall'alto, in modo da vedere anche la sua superficie attraverso l'acqua, essa, in armonia con quanto sopra descritto, appare naturalmente non tanto profonda quanto in effetti è, ma resta, anche in questa condizione, esattamente verticale, un preciso prolungamento della parete visibile al di sopra dello specchio dell'acqua.

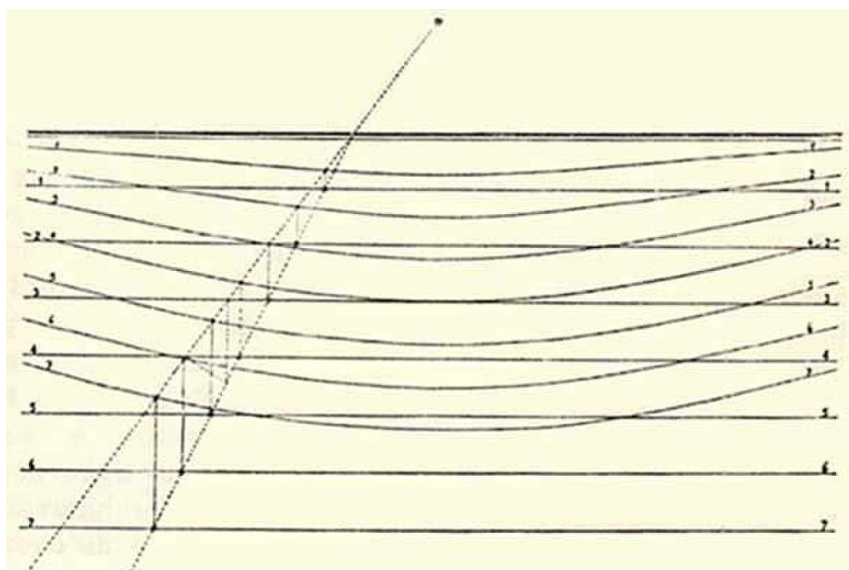


Figura 1

La Fig. 1 fa vedere in un'immagine schematica di che cosa si tratta. Da un certo punto di vista si vedono le forme assunte da certe linee orizzontali che si immaginano tracciate nell'acqua. Tali linee sono contrassegnate dall'1 al 7. Le curve, nelle quali esse si trasformano a causa dell'innalzamento ottico, sono numerate in corrispondenza.

Approfondendo in modo più preciso il fenomeno, si trova che in effetti la profondità apparente è indipendente dall'altezza dell'occhio che guarda in direzione esattamente verticale rispetto alla superficie dell'acqua, ma che ciò non è più così per lo sguardo diretto obliquamente; il medesimo punto sul fondo del recipiente appare tanto più innalzato quanto più l'occhio si avvicina alla superficie dell'acqua (Fig. 2). (Bisogna naturalmente aver cura che la distanza orizzontale fra l'occhio e il punto osservato resti immutata).

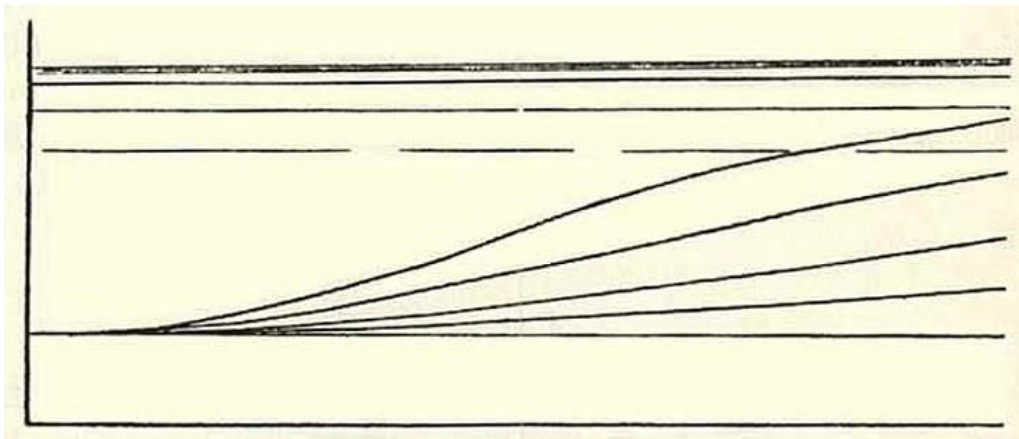


Figura 2

Si può facilmente derivare la forma della superficie assunta dal fondo per lo sguardo che attraversa l'acqua, sulla base della legge di rifrazione di Snellius e tenendo presente il fatto sopra citato che l'innalzamento è sempre verticale in qualsiasi direzione sia rivolto lo sguardo.

Tale derivazione può ovviamente essere compiutamente assunta se si è in grado di comprendere leggi astratte come quella di Snellius, dato che questa legge forma una specie di assioma dell'ottica, da cui si cerca di derivare possibilmente molte cose. Su tale legge si basa in pratica tutta la diottrica. Ma ogni tentativo di far derivare tutti i fenomeni da astratte leggi simil-matematiche può avere solo l'effetto di turbare l'osservazione, libera da pregiudizi, dei fenomeni reali.

Ma si può anche osservare un modo di costruire geometricamente l'interessante piano che in modo così singolare si rivela nell'acqua senza che lo si afferri e lo si tocchi: si parte dal fatto che UN PUNTO, CHE SIA GUARDATO ATTRAVERSO L'ACQUA, APPARE SOLLEVATO VERTICALMENTE VERSO IL PIANO CHE DELIMITA L'ACQUA E L'ARIA, E CIOÈ ESATTAMENTE IN UNA MISURA TALE CHE IL PERCORSO DA FARE DAL SUO LUOGO APPARENTE FINO ALLA SUPERFICIE DELL'ACQUA, NELLA DIREZIONE DELL'OCCHIO, SAREBBE IL TRE QUARTI DEL "PERCORSO" DELLA LUCE DAL LUOGO REALE DEL PUNTO FINO ALLA RIFRAZIONE ALLA SUPERFICIE D'INCONTRO FRA ACQUA E ARIA ("percorso" fra virgolette in quanto la luce non ha bisogno di muoversi, essendo ovunque un ente extrasensibile, come mostrerò più avanti). Ciò non è altro che la legge di rifrazione di Snellius, ma espressa in modo da rilevare ciò che appare anche a un bambino.

La legge di Snellius, nella forma comune, parla solo di direzione dei cosiddetti raggi di luce e della modifica che la direzione di tali raggi subisce quando la luce trapassa da un mezzo ad un altro. Ma dalla sua comune formulazione non si può desumere affatto dove appaia effettivamente un punto che si vede attraverso l'acqua. Lo si desume tanto poco in maniera immediata che in quasi tutti i libri di fisica appare un disegno che non corrisponde per niente ai fatti (Fig. 3).

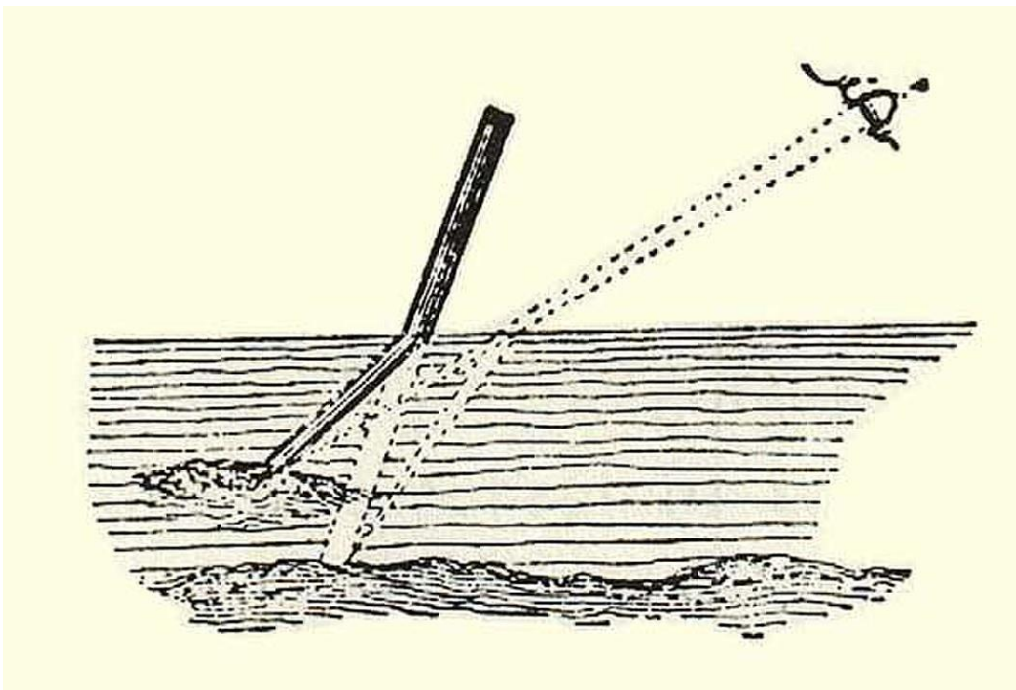


Figura 3

La formulazione della legge data qui esprime invece ciò che nel fenomeno è importante e cioè che un punto che si vede appare all'occhio in un posto diverso da quello dove sta "realmente", indica esattamente dove esso appare ed evita inoltre di parlare di raggi di luce, astrazioni queste che non compaiono mai nel fenomeno.

Le condizioni di osservazione sono le più semplici che si possano immaginare. Basta un recipiente di vetro, come quelli usati per gli acquari. Per osservare il medesimo fenomeno con un liquido diverso dall'acqua sono adatti piccoli vasi che consentono anche la misurazione della "profondità apparente" e con ciò la determinazione dell'indice di rifrazione: ma resta sempre un fatto caratteristico per l'esperimento, che può essere eseguito con i mezzi più semplici, in modo che l'attenzione sia richiamata su qualcosa già osservabile, senza particolari artifici predisposti, in qualsiasi acqua limpida.

Ciò vale anche per tutte le ulteriori osservazioni che si possono fare in connessione al fenomeno dell'innalzamento ottico e che si possono distinguere e indicare come fenomeno cromatico soggettivo e oggettivo.

1. FENOMENO CROMATICO SOGGETTIVO

Se sul fondo bianco della vaschetta vi è un quadrato nero, esso appare, guardato dall'alto attraverso l'acqua, nel senso della prima parte di questo saggio, innalzato e perciò, prospetticamente, anche un po' spostato rispetto all'occhio (Fig. 4).

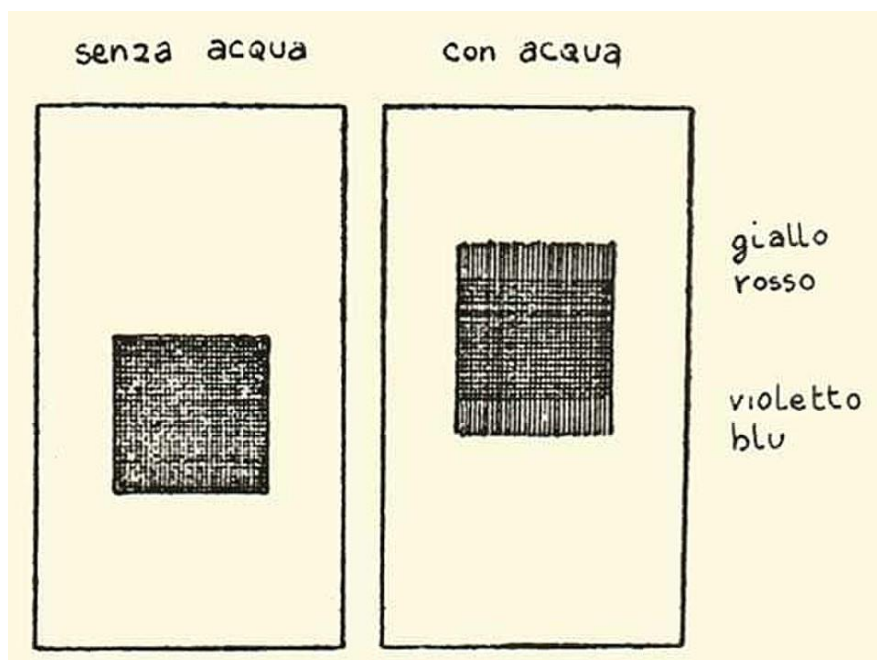


Figura 4

Lo stesso spostamento subiscono, ovviamente, le adiacenze bianche del quadrato. Ma due bordi del quadrato, l'anteriore e il posteriore, appaiono colorati, mentre non lo sono il bordo destro e quello sinistro. Il bordo più prossimo all'occhio appare blu-violetto, l'altro rosso-arancione-giallo. La successione dei colori è indicata così come risulta rispetto all'occhio. Il violetto del bordo più prossimo passa nel nero e il nero poi si schiarisce, al bordo più lontano, in rosso. Si descrive il fenomeno nel modo più semplice facendo osservare che il quadrato e le sue adiacenze hanno subito, come immagini, uno spostamento rispetto alla loro posizione senza acqua. DUNQUE, DOVE NEL CORSO DELLO SPOSTAMENTO, LA PARTE CHIARA PRECEDE E LA PARTE SCURA SEGUE, VALE A DIRE AL BORDO PIÙ LONTANO DEL QUADRATO NERO, LÀ APPAIONO I COLORI "CHIARI" : ROSSO-ARANCIONE-GIALLO; DOVE PRECEDE LA PARTE SCURA, VALE A DIRE AL BORDO PIÙ VICINO, APPAIONO I COLORI "SCURI" : BLU-INDACO-VIOLETTO. Se si mette un quadrato chiaro in un fondo scuro, il bordo più vicino farà vedere all'occhio i colori chiari, quello più lontano i colori scuri (Fig. 5).

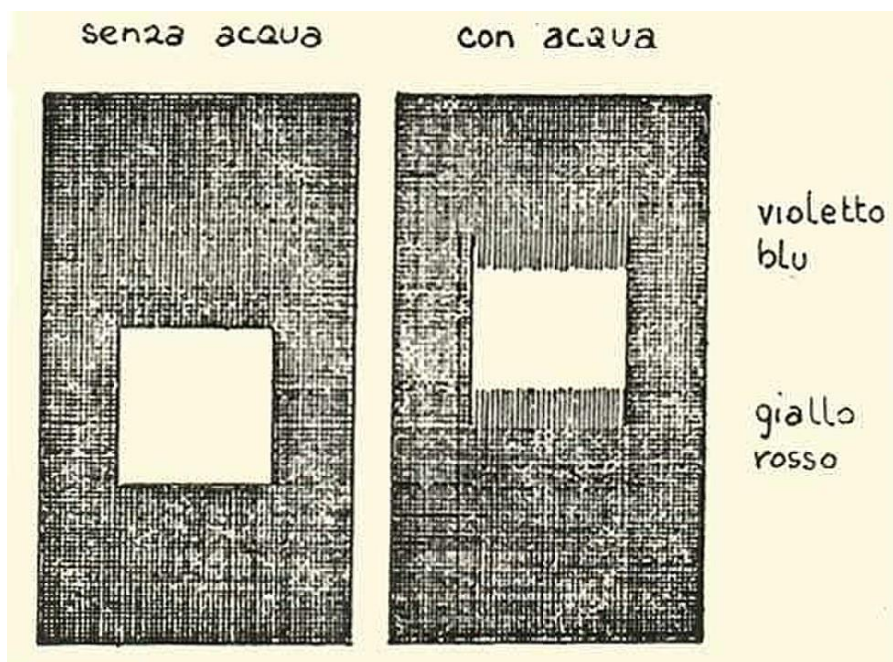


Figura 5

Il fenomeno cromatico soggettivo s'indebolisce se il quadrato è guardato piuttosto dall'alto e sparisce per lo sguardo diretto esattamente in verticale. Naturalmente il fenomeno si rovescia se l'osservatore si sposta con l'occhio dall'altra parte del quadrato.

2. FENOMENO CROMATICO OGGETTIVO.

Facendo entrare nella vaschetta diagonalmente dall'alto il sole o la luce di una fonte luminosa che, possibilmente, abbia la forma di un punto, inserendo un corpo opaco nello spazio così illuminato, in modo che la sua ombra appaia sul fondo della vaschetta (Fig. 6), si riscontra che l'ombra, a vaschetta riempita, risulta in un posto diverso rispetto a quello a vaschetta vuota. L'ombra è spostata, a causa dell'acqua, verso la direzione della sorgente di luce. Naturalmente anche la parte chiara tutt'attorno all'ombra è spostata nella medesima direzione.

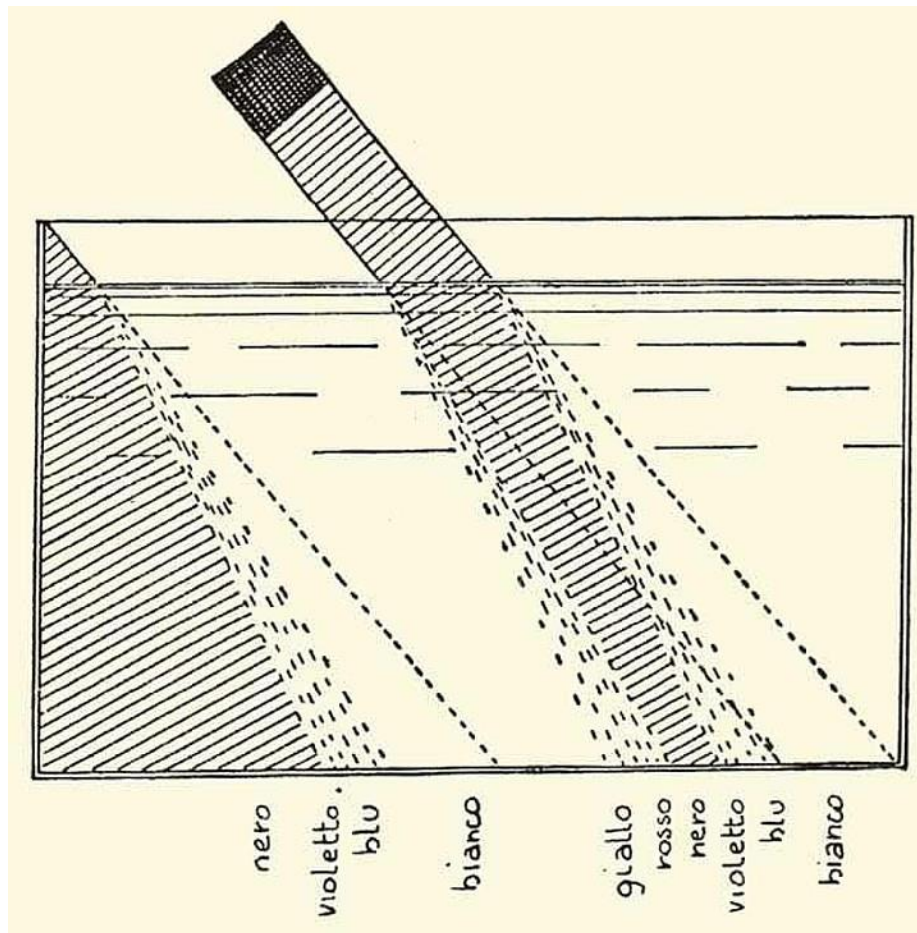


Figura 6

Ora anche l'ombra appare colorata ai suoi bordi, ma questi colori non spariscono se si guarda verticalmente dall'alto l'ombra, che ora prende il posto del quadrato nero. Da ciò risulta che essi hanno origine diversa dei colori che si vedono col quadrato. Fino a prova contraria sono da considerarsi come effetto del PROCESSO LUMINOSO OGGETTIVO, in contrapposizione al PROCESSO VISIVO SOGGETTIVO che ha provocato il fenomeno osservato col quadrato. Questo fenomeno risulta

proprio nella sua purezza quando si guardi nella vaschetta verticalmente dall'alto: risulta che ora i colori sono proprio in ordine inverso - in rapporto corrispondente alla posizione dell'occhio. Cioè il bordo prossimo alla sorgente di luce ha la serie dei colori rosso-arancione-giallo, mentre il bordo lontano dalla luce ha la serie dei colori blu-violetto. Questa distribuzione dei colori corrisponde poi nuovamente alla regola che è stata stabilita: anche qui si ha uno spostamento. L'ombra e le sue adiacenze chiare, sul fondo, sono state spostate, per effetto dell'acqua, nella direzione della sorgente luminosa. E LÀ, DOVE NELLO SPOSTAMENTO LA PARTE CHIARA PRECEDE, SI FORMANO I COLORI CHIARI, MENTRE DOVE PRECEDE LA PARTE SCURA, SI FORMANO I COLORI SCURI. Naturalmente il bordo colorato è tanto più largo quanto più forte è l'inclinazione della luce.

3. COLLEGAMENTO DEL FENOMENO CROMATICO SOGGETTIVO CON QUELLO OGGETTIVO E ROVESCIMENTO DEI COLORI

Il fenomeno oggettivo si può vedere nella sua purezza solo guardando verticalmente dall'alto sull'ombra. Ma se ci si muove in modo che l'occhio guardi piuttosto dalla direzione dalla quale la luce proviene, il bordo colorato non diventa, questa volta, più largo che nel fenomeno soggettivo, ma più stretto, e se si guarda esattamente dalla direzione dalla quale la luce proviene - in questo caso la cosa più semplice è utilizzare la propria testa come corpo che provoca l'ombra - non si vede alcun colore. Se ora si mette in immediata vicinanza dell'ombra un quadrato scuro lo si vede naturalmente, da questo punto di vista, con i bordi colorati e precisamente proprio con i colori rovesciati rispetto a quelli che si potevano vedere dall'alto sull'ombra.

Quindi bisogna concludere che, quando si guarda obliquamente, anche all'ombra si sono aggiunti dei bordi colorati "soggettivi", ma che questi si neutralizzano con quelli "oggettivi" già esistenti, per cui a questo punto si è verificata l'acromasia.

Ciò resta confermato piegando ulteriormente la testa verso il basso in modo che la direzione visuale resti ancora più inclinata della direzione della luce. Proprio nel momento in cui, a uguale direzione visuale e della luce, i due fenomeni si neutralizzano, in questa nuova condizione, la colorazione soggettiva deve, ovviamente, essere più forte di quella oggettiva e a questo punto i colori devono presentarsi di nuovo, e precisamente in modo rovesciato rispetto a quelli "oggettivi" dell'ombra. E ciò succede anche se il rovesciamento dei colori si osserva in modo molto

debole. Se poi si alza la testa fino alla direzione dalla quale proviene la luce, allora tornano a sparire dapprima i colori rovesciati e poi, alzando ulteriormente la testa, appaiono, prima debolmente e poi più intensamente, i colori nella disposizione “oggettiva” e raggiungono la loro intensità normale quando si guarda dall’alto. Se poi si muove la testa verso il lato opposto, per cui l’occhio venga a trovarsi, in certo qual modo, di fronte alla sorgente di luce, i colori si intensificano ancora; ora le due colorazioni, quella oggettiva e quella soggettiva, si sommano, come prima si erano annullate.

In questo esperimento è notevole il fatto che L’EMMISSIONE DELLA LUCE E IL VEDERE ENTRANO RECIPROCAMENTE, IN MODO DEL TUTTO REALE, IN UN RAPPORTO CHE SI PUÒ SEGUIRE ARITMETICAMENTE. Risulta in modo concreto che il vedere è un processo altrettanto reale quanto quello della presenza di luce, così che è possibile concludere che LE LEGGI DELLA LUCE NON SI POSSONO AFFERRARE COMPLETAMENTE SE NON SI TIENE CONTO, IN MANIERA GIUSTA, CHE AD ESSE PARTECIPANO LA COSCIENZA UMANA E IL VEDERE. Ma a ciò l’odierna ottica offre solo a mala pena qualche punto a cui appigliarsi.

2° SAGGIO

LO SPAZIO DELLA LUCE E DELL’OSCURITÀ

Contributi per una nuova ottica

Per la caratteristica della sua formazione nessun settore scientifico determina, neanche approssimativamente, in maniera tanto vigorosa come l’ottica, il modo in cui l’UOMO osserva il mondo. Chi consideri le esperienze del vedere come effetti di processi nel cosiddetto etere della luce, sempre invisibile e non sperimentale, deve avere la sensazione che il suo vedere è respinto dal mondo spaziale e deve sentirsi relegato nella solitudine della propria attività interiore, dalla quale sia del tutto vietato avviarsi alla realtà del mondo. Ed anche se, in via puramente filosofica, si può dimostrare in modo ineccepibile - e Rudolf Steiner lo ha fatto per primo - che l’uomo NON è condannato a restare imprigionato in questa sua attività, tuttavia dubbi paralizzanti torneranno continuamente ad

opporsi alla sana concezione conoscitiva, formata intellettualmente, finché l'ottica conserverà il punto di vista secondo cui ogni realtà della luce vada cercata nel processo delle vibrazioni, mentre ciò che appare sia trasferito nella prigione dell'attività interiore (o anima). Occorre pertanto liberare l'ottica dall'etere ipotetico e costruirla partendo semplicemente da dati di fatto in ogni suo dettaglio, così che il pensare possa penetrare LO SPAZIO e sapere che È PIENO DI LUCE DI QUEST'OTTICA. Con ciò si avrebbe il più forte progresso della sana concezione conoscitiva, dato che una tale ottica sarebbe al contempo una scuola preparatoria alla gnoseologia. Qui svilupperò alcune linee fondamentali di una tale ottica, da esperto a esperto.

LA FISICA MODERNA HA OSTRUITO CON CURA LA VIA ALLA COMPrensIONE DELL'ESSENZA DELLA LUCE E PERCIÒ È NECESSARIO RICONQUISTARE PRIMA UN ACCESSO AL FENOMENO VERO E PROPRIO. OGGI SI PENSA DI AVERE IL FENOMENO-LUCE SE CI SI OCCUPA DEL COSIDDETTO RAGGIO DI LUCE CHE ATTRAVERSA LO SPAZIO ALLA VELOCITÀ DI 300.000 KM. AL SECONDO.

In realtà ciò riduce la fisica della luce ad un terzo del fenomeno al quale appartengono sia la fonte luminosa che la superficie illuminata. Il fenomeno-luce è tri-articolato e comprende la triade: 1) FONTE DI LUCE, 2) SPAZIO DI LUCE E 3) OSCURITÀ ILLUMINATA.

In base a questa considerazione ci si rappresenti, ad es., L'AZIONE SOLARE NELLO SPAZIO COSMICO BUIO IN CUI NON VI SIA COSA ALCUNA CHE POSSA PRENDERE FORMA DA ESSA (per esempio una parete o un corpo celeste, un'astronave, ecc.). Questa rappresentazione è già idonea a sgombrare l'attività pensante da trite abitudini, dato che al pensare sono dati impulsi che non mai riceve dalle usuali rappresentazioni nei confronti di questa ipotetica rappresentazione del sole, che sta da solo nello spazio. Con questa rappresentazione ci si presenta lo spazio vuoto. Ci si domanderà: in sostanza, si può immaginare lo spazio senza che in esso vi siano corpi? Immaginare si può senza dubbio, dato che tutta la matematica non è altro che la scienza di ciò che si può sperimentare intellettualmente nello spazio solamente pensato. Però tale spazio non è misurabile: non si può collegarvi alcuna rappresentazione concreta. Pertanto per la sua osservazione si può applicare solo quel mondo concettuale creato per mezzo della cosiddetta GEOMETRIA PROIETTIVA . In tutto l'ambito dei concetti formati non vi è nulla che si

possa applicare al sole irraggiante nello spazio senza corpi se non i concetti della geometria proiettiva. Essa ha creato la rappresentazione della linea retta che possiede solamente un punto infinitamente lontano, per cui essa deve essere considerata, similmente al cerchio, come una figura in sé conclusa. In effetti la rappresentazione della linea retta non si può applicare ancora in modo immediato alla luce, perché le linee da tirare nella luce corrono fra elementi antitetici, tra fonte di luce e corpo oscuro oppure, in questi casi, infinito oscuro, mentre le linee rette della geometria proiettiva corrono fra elementi omogenei, fra due punti infinitamente lontani, qualitativamente non distinguibili, dell'universo. Ma il concetto proiettivo della linea retta ha fatto sì che ci si debba occupare anzitutto dei limiti dello spazio. Pensando i concetti della geometria proiettiva non si può sfuggire al pensare che tutto lo spazio, così sperimentato, è una configurazione talmente conclusa in se stessa che il tentativo di abbandonarlo da una parte, porta a far ritorno in esso dalla parte opposta. E ciò, a sua volta, non è pensabile altrimenti che ricorrendo al pensare l'ESISTENZA A-SPAZIALE che comprende tutto l'elemento spaziale in un'unità superiore. Chi pensa alla geometria proiettiva deve allo stesso tempo pensare - che lo confessi o no - che andando nello spazio in una certa direzione dobbiamo, in fin dei conti, abbandonarlo: ci immergiamo nell'a-spazialità per il cui tramite troviamo la via del ritorno nello spazio dal lato opposto (da questo punto di vista è considerevole anche il fatto che l'infinita varietà delle rette possibili nello spazio si può associare inequivocabilmente a un'altra: cioè l'infinita varietà dei cerchi che possono passare per un punto). Una volta che si sia incominciato a pensare lo spazio nel suo rapporto con l'a-spazialità - collegandosi così semplicemente alla dottrina pitagorica del "limite" ("peras") e del "non-limite" ("àpeiron") - diventa un'ovvietà pensare che anche negli eventi spaziali potrebbero forse esserci possibilità che consentono il passaggio dallo spazio nell'a-spazialità o viceversa, anche da un punto finito dello spazio. Infatti anche la geometria proiettiva insegna che nello spazio i punti finiti e i cosiddetti punti infinitamente lontani sono perfettamente simili.

La luce si forma in un determinato punto dello spazio. In tale punto DIVENTA SPAZIALE. La luce NON è nello spazio come il corpo, ma SI FORMA in ogni istante. Perciò è necessario considerare la sorgente di luce. Questa sorgente è, in senso effettivo, nello spazio (cfr. a questo proposito "Il concetto dello spazio secondo Goethe" in "Introduzioni agli

scritti scientifici di Goethe” di R. Steiner, pgg. 238-248, in cui si trova anche la conclusione di Steiner: “È semplicemente assurdo dire che il calore o la luce siano movimento. Movimento è soltanto la reazione alla luce della materia suscettibile di movimento”, ibid. p. 247). Grazie a questa sorgente la luce presenza dappertutto nello spazio e se, come premesso nella rappresentazione d’inizio, non vi si frappongono corpi, allora essa procede fino ai confini infinitamente lontani dello spazio. Per la possibilità dell’esperienza spaziale, essa sparisce divenendo di nuovo a-spaziale. In tal modo il cerchio è chiuso, dato che nell’a-spazialità non vi è un qui e un là; non si può distinguere la luce ritornata nell’a-spazialità da quella non ancora sgorgata dall’a-spazialità. Questo processo è ancora del tutto atemporale; e come non si può dire in quanto tempo la luce che fluisce nello spazio affondi ai confini del mondo, così non possono applicare misure concrete in questo spazio. Ma il processo comprende tutto lo spazio, anche se in modo diverso dalla varietà dei pensieri della geometria proiettiva. Il processo luce abbraccia tutto lo spazio, per cui si forma un contrasto, il contrasto fra lo sgorgare della luce e l’affondamento della luce, il contrasto fra l’emissione della luce e l’assorbimento della luce.

I confini del mondo e il centro del sole sono, nel senso di questa immagine, i limiti dello spazio della luce, la quale principia nel sole, uno dei limiti dello spazio; ai confini del mondo l’altro limite dello spazio. Si può anche dire : per la luce l’a-spazialità si spacca in modo che la spaccatura ha i limiti che conosciamo come sole e come confine del mondo. Fra questi limiti si svolge tutto il processo della luce nella misura in cui è realtà spaziale. L’elemento a-spaziale si suddivide inoltre nel modo più vario e fa apparire la sua natura quale fatto sensibile, come tono, calore, ecc. In tal modo si formano le realtà spaziali più diverse che, per la coscienza dell’uomo, vanno a formare un mondo.

Per un momento ancora bisogna insistere sulla rappresentazione del sole presente come luce nello spazio cosmico, il quale torna poi a riceverla a-spazialmente: bisogna rendersi conto che, se in effetti questa rappresentazione fosse reale, notte buia circonderebbe il sole. La luce presente attraverso lo spazio, e che da esso è completamente assorbita, non appare ancora: ritorna immutata nell’elemento a-spaziale.

Questa condizione cambia non appena nello spazio che si estende intorno al sole si trovino corpi che assorbono la luce NON allo stesso modo dello spazio. Ovviamente ciò che la fisica intende col concetto di CORPO

NERO ASSOLUTO si comporta non molto diversamente dallo spazio. Ogni comune corpo nero assorbe già la luce in modo da rimandarne indietro pochissima ma anche in modo che poca può passarvi attraverso. Ed ogni corpo nero diventa caldo nella luce. Perché quando la luce è assorbita in modo da non essere rimandata indietro, ma anche in modo da non poter trapassare, si produce calore. Nel cosiddetto corpo nero assoluto la luce sparirebbe mentre in sua vece si produrrebbe una quantità massima di calore. Un siffatto corpo non si può realizzare, ma in effetti se il corpo nero si comporta, rispetto alla luce, in modo così somigliante allo spazio, se ambedue assorbono la luce in modo che niente sia rimandato, allora lo spazio stesso è il corpo nero assoluto e la luce, che sparisce ai confini del mondo, diventa la causa del manifestarsi del calore. Rispetto alla sorgente di luce il corpo nero ha la funzione di avvicinarle, in certo qual modo, i confini del mondo, per cui la sparizione della luce o meglio il passaggio della luce nell'elemento a-spaziale avviene già prima e più vicino alla sorgente di luce di quanto sarebbe possibile senza l'intervento del corpo nero. Ebbene: in fondo ogni corpo ha un po' di nero in sé, vale a dire ogni corpo assorbe, come si suole dire, un po' di luce, quale più, quale meno. Ciò significa dunque che, rispetto alla sorgente di luce, ogni corpo fa sì che il trapasso della luce nell'elemento a-spaziale avvenga in anticipo e nello spazio, non ai confini del mondo.

A tutta prima anche l'uomo col suo occhio si presenta alla sorgente di luce come nero assorbente. Con ciò ovviamente non si esaurisce la natura del vedere, ma si trova un punto da cui partire per l'osservazione del processo visivo in connessione con la natura della luce : la vista in quanto da' inizio a un processo di assorbimento, si contrappone polarmente alla sorgente di luce.

Nella fisica dell'ottica bisognerebbe dunque inserire al più presto quello della vista umana. Infatti l'uomo ha cognizione della luce solo perché è capace di vedere; e tutta la formazione dei concetti sulla natura della luce dovrebbe abbracciare il fatto che, come vedenti, inseriamo noi stessi nel tri-articolato fenomeno della luce: precisamente nel punto del buio che assorbe la luce. Ed anche se, nella tri-articolata unità del processo luce, l'inserimento del vedente essere umano deve restare ancora pieno di enigmi in questo punto dell'ottica, esso può essere forse sentito come cosa tanto più importante nella misura in cui l'uomo che vede è, dal canto suo, nel punto del buio, un che di diverso dal buio solito: se questo porta alla sparizione della luce e al posto di questa subentra il calore, nell'uomo LA

LUCE ESTERIORE SI TRASFORMA NELL'INTERIORITÀ DELLA CONOSCENZA. EGLI, CONTRAPPOSTO ALLA LUCE COME BUIO, CREA UNA NUOVA LUCE CHE NON ESISTEREBBE SENZA DI LUI.

Ecco perché LA FISICA, nella misura in cui è ANTROPOSOFICA DEVE OCCUPARSI ANCHE DEL MODO PARTICOLARE IN CUI L'UOMO CHE VEDE È INSERITO NEL PROCESSO LUCE.

Nell'assorbimento della luce si ha a che fare con un effetto del tutto spaziale, vale a dire tridimensionale. Il corpo assorbente la luce, proprio in quanto l'assorbe, agisce per mezzo dello spazio che occupa. In effetti esso condensa solo l'effetto che lo spazio senza corpo già esercita sulla luce. Una sostanza assorbente agisce in modo tanto più energico quanto più spesso è lo strato che la luce deve trapassare.

Soltanto quando nello spazio si presenta il corpo che assorbe la luce si verifica anche la possibilità di tracciare nello spazio linee che sono in rapporto con la luce. Infatti "dietro" il corpo assorbente c'è l'ombra, la quale è circoscritta da linee rette, tracciabili a partire dalla sorgente di luce lungo i limiti del corpo.

Dunque si ha a che fare con due diversi tipi di spazi oscuri: tutt'intorno alla sorgente di luce lo spazio è buio, ma attraversato da luce invisibile. Nello spazio ombroso domina invece un'oscurità priva di luce.

Considerando lo spazio buio attraverso il quale fluisce la luce come spazio di luce effettivo, l'ombra è un vuoto dello spazio di luce.

Prolungando all'indietro, verso la sorgente di luce, il confine luce-ombra che, almeno in un primo tempo, ha importanza solo "dietro" al corpo oscuro, si delimita lo spazio che, unitamente alla sorgente di luce e al buio che assorbe, rappresenta nel senso più stretto l'unità tri-articolata del concreto evento luce, essendo la luce presente in quello spazio delimitato, che viene assorbito dal buio così determinatosi.

La sorgente di luce rappresenta, in certo qual modo, la parte attiva dell'unità tri-articolata del fenomeno-luce; il buio ferma questa attività, ma, facendo ciò, anche la configura e crea soltanto così lo spazio in sé configurato come elemento CONCRETAMENTE SPERIMENTALE.

La configurazione dello spazio di luce diventa particolarmente ricca quando, in conseguenza di un incompleto assorbimento, sorgono i colori. Ma qui, dove non si tratta che di un abbozzo, non mi addentrerò su questo argomento.

Un processo del tutto diverso dall'assorbimento della luce è la riflessione. La riflessione della luce si verifica su ogni piano "reale", vale a dire sempre quando due contenuti di spazio di carattere diverso si toccano. Che cosa sia, in effetti, la riflessione lo si vede in un corpo perfettamente riflettente quando questo forma, con la sua superficie, un piano geometrico. Un siffatto corpo o una siffatta superficie resta invisibile. Oltre alla vera sorgente di luce si vede solo un'immagine della stessa e, se esistono varie sorgenti di luce, si vedono immagini di tutte e particolarmente ordinate simmetricamente alle effettive sorgenti di luce. La superficie riflettente è il piano di simmetria. Dunque, avendo la riflessione perfetta in un piano geometrico, lo spazio si raddoppia addirittura; accanto alla sua realtà esso si ripresenta come immagine. Ma questa immagine non è accessibile, non sta nello spazio come i corpi. Non lo si può sperimentare da tutti i lati come i corpi; la si chiama virtuale. L'immagine riflessa esiste solo per l'essere che vede. Solo occupandocene inseriamo, a nostra volta, l'essere che vede nel processo luce, e conduciamo a termine la tri-articolata unità dello stesso; infatti il processo luce non ha termine sulla superficie riflettente: prosegue nella riflessione e finisce solo in un buio assorbente in cui ora forse s'imbatte. Se l'elemento assorbente è l'occhio, allora, si produce l'immagine riflessa. Il fatto dell'immagine riflessa fa che ci sia luce da un lato nuovo sull'enigma del vedere. Esso incomincia come processo di assorbimento, ma come processo particolare per mezzo del quale l'immagine della sorgente di luce esiste appunto per l'essere che vede. L'essere che vede fa una cosa che va oltre l'assorbimento della luce: crea l'immagine, che non esisterebbe senza di lui. E quest'immagine si separa, nel processo di riflessione, dalla sorgente di luce: appare in un altro spazio, uno spazio che ha un significato solo per l'essere che vede, mentre quest'ultimo, quando vede in modo diretto la fonte di luce, rimane unito ad essa. Così si presenta un nuovo enigma: che attività è questa per cui l'essere che vede crea l'immagine dalla sorgente di luce?

L'immagine formata dallo specchio piano ha la medesima grandezza della realtà da essa riprodotta, ed ha una posizione ad essa simmetrica rispetto al piano speculare. Questo è il fatto dal quale si dovrebbe prendere le mosse osservando la riflessione. In esso è insita la nota legge della riflessione: l'uguaglianza dell'angolo di incidenza " α " dell'angolo di riflessione " β " (vedi il disegno della Figura 7) dimostra già, quando lo si osserva, la

validità di questa legge se si ammette la simmetria della fonte di luce “L” e della sua immagine riflessa “B”.

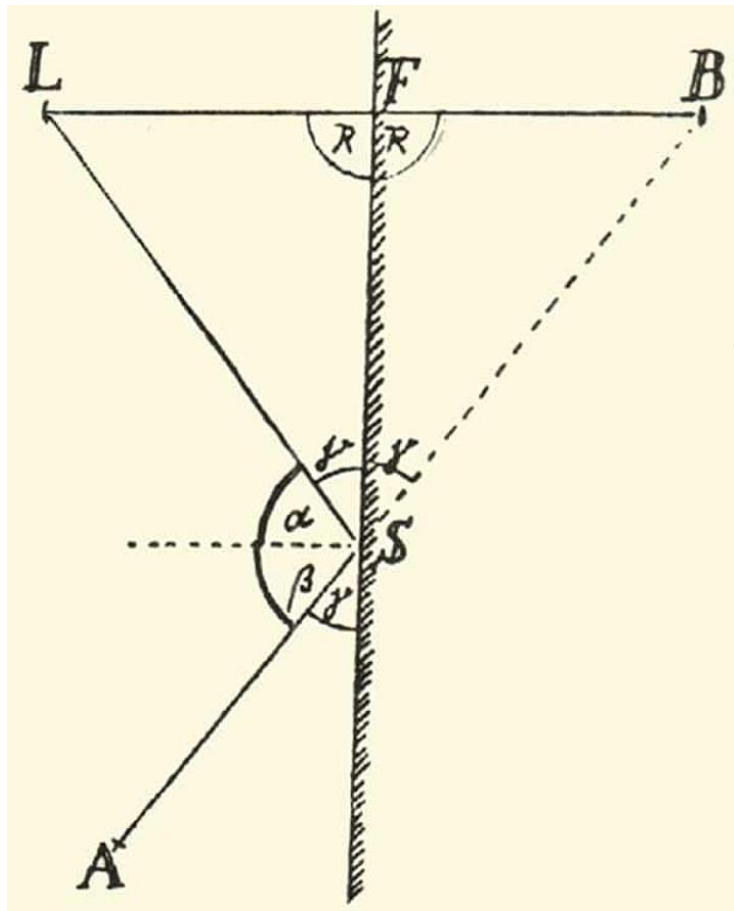


Figura 7

Se “LF” = “BF” e gli angoli “LFS” e “BFS” sono retti, allora i triangoli “LFS” e “BFS” devono essere congruenti e pertanto gli angoli “ γ ” sono rispettivamente uguali. Ma allora, se la linea punteggiata in “S” è normale al piano riflettente anche “ α ” e “ β ” sono uguali fra di loro.

Generalmente si dimostra la legge della riflessione per mezzo di esperimenti con sottili coni o cilindri di luce e se ne deduce la simmetria della fonte di luce e dell’immagine riflessa. Facendo ciò bisogna ammettere un’apertura pupillare di grandezza finita. La deduzione è perciò un po’ più lunga di quella qui offerta dove la legge della riflessione è dedotta dalla posizione dell’immagine. Ma molto più importante è la differenza di metodo. Il solito passaggio dalla legge di riflessione alla simmetria dell’immagine costruisce l’esperienza visiva partendo da raggi non sperimentati; esso contrassegna perciò a priori l’esperienza diretta come elemento secondario dietro il quale il processo di riflessione si cela come elemento costitutivo primario.

L'attività interiore (l'anima), con la sua esperienza diretta, viene respinta. La realtà è immaginata in modo che la vera esperienza dell'anima non vi trova posto. Le cose sono del tutto diverse se si prendono le mosse dalla simmetria dell'immagine come fatto vissuto in modo immediato (che si può anche facilmente dimostrare). Se poi si deduce la legge di riflessione nel senso di cui sopra, essa acquista un significato del tutto diverso: in questo caso non è più un elemento costitutivo non vissuto dell'esperienza, ma rappresenta un rapporto concettuale fra elementi del complessivo processo luce-vista, con la premessa che ad esso partecipa una riflessione. L'essere che vede può avere ora la sensazione di trovarsi egli stesso inserito nel processo spazialmente determinato, e il rapporto fra gli elementi di questo processo, quale si esprime nella legge di riflessione, è un elemento attivo nell'esperienza stessa: qualcosa a cui collabora l'attività interiore stessa, perché è essa che colloca l'immagine là, dove si trova in conformità alla legge di riflessione.

Con ciò si rinuncia in modo del tutto cosciente a un postulato della nostra fisica moderna profondamente connaturato allo studioso di fisica: il postulato secondo cui si deve poter costruire i fenomeni partendo da determinati elementi primordiali di natura semplice. Conformemente a questo postulato si capisce in modo completo un fatto relativo alla fisica quando esso sia fatto risalire allo stesso elemento fondamentale con cui sono già costruiti tutti gli altri fatti finora noti: chi sostiene questo postulato, dovrebbe dire, a proposito dell'esposizione qui data, che prende le mosse dalla simmetria dell'immagine e deriva da essa la legge della riflessione: "È molto interessante che si possa arrivare in questo modo alla legge della riflessione perché è una dimostrazione in più per l'importanza fondamentale di questa legge. E tanto più abbiamo ragione di attenerci al fatto che la simmetria dell'immagine è costruita con l'aiuto della legge di riflessione, e a questo proposito è solo da accennare che anche la legge di riflessione non è ancora il definitivo e il più elementare elemento di costruzione, che essa deve piuttosto essere dedotta dal processo di vibrazione, ecc."

A questo riguardo bisogna dire: ricondurre quanto si sperimenta direttamente nello spazio ad elementi unitari di formazione, significa solo che sostituiamo l'interesse per quello che si sperimenta con l'interesse per l'elemento di formazione. Ma con ciò non raggiungiamo un punto fermo perché ogni elemento, col quale vogliamo costruire l'esperienza fatta, risulta, a più attenta osservazione, a sua volta come qualcosa che deve

essere formata partendo prima da qualche altra. Così perdiamo sempre più di vista quello che in effetti abbiamo sperimentato ed entriamo in un movimento che non ha fine e che ci induce a costruire nei nostri pensieri un mondo al quale la nostra esperienza non può avere mai accesso. Noi invece vogliamo seguire un altro postulato che ci invita a tener dietro effettivamente, nello spazio, alle cose viste e ad imparare a vederle sempre più esattamente. Osserveremo allora senza dubbio che se, con determinati dispositivi, delimitiamo sempre più, in un verso o in un altro, le cose viste, si producono sempre nuovi fenomeni; scopriremo le leggi e le condizioni dei fenomeni originari e di quelli nuovi, e riconosceremo che sono le medesime leggi che enuncia anche il fisico costruttivo, anche se forse espresse con altre parole. E tutto ciò che il fisico costruttivo è capace di scoprire troverà anche posto nella nostra immaginazione. Si riscontrerà solo una differenza tra l'atteggiamento interiore del fisico costruttivo e l'atteggiamento interiore del nostro nuovo fisico: quello si sentirà escluso dal mondo reale col suo sperimentare, questo saprà che la sua esperienza è l'espressione del fatto che egli è legato alla natura, si considererà un elemento nella concatenazione di tutte le numerose condizioni alle quali un fenomeno è legato, e sperimenterà queste condizioni come elementi della grande concatenazione di pensieri che egli afferra con la quintessenza del suo essere.

È eccitante cercare, da questo punto di vista, il passaggio dallo specchio piano a quello ricurvo partendo, anche in questo caso, da quanto si vede. Si può scoprire che la mutata posizione e la grandezza dell'immagine corrisponde a leggi che si possono esprimere, e anche far vedere sperimentalmente, senza ricorrere a ipotetici elementi costruttivi. Inserisco soltanto una piccola osservazione in merito alla riflessione con specchi ricurvi. Si ha il caso più semplice quando la curvatura è sferica e cioè convessa rispetto alla luce. Allora l'immagine diventa più piccola della realtà e tanto più piccola quanto più forte è la curvatura, vale a dire quanto più piccolo è il raggio della superficie ricurva. Una piccola sfera riflettente dà un'immagine completa del mondo che la circonda. E solo per mezzo di quest'immagine essa è visibile. Non si vede la sua materia, in essa si vede soltanto un'immagine del mondo che la circonda. Similmente anche le innumerevoli asperità rendono, per modo di dire, visibile un corpo come tale perché ognuna delle sue prominente da un'immagine del mondo che lo circonda e perché le innumerevoli piccolissime immagini confluiscono

in modo da far apparire ruvida la superficie che risulta poi biancastra. È la riflessione che ci dà l'esperienza visiva del mondo materiale.

La luce che emana ex novo dalla superficie riflettente è diversa da quella che emana direttamente dalla fonte di luce: si dice che è polarizzata. Con ciò s'intende che se la luce riflessa da uno specchio non metallico incontra di nuovo una superficie riflettente si comporta diversamente a seconda che durante la seconda riflessione rimane nel primo piano di riflessione o no. Nel secondo caso è indebolita di più dalla seconda superficie riflettente che nel primo caso.

Bisogna osservare sempre questo fenomeno nel suo insieme. Ne risulta quanto segue: la luce che emana direttamente dalla fonte di luce è un fenomeno tridimensionale. Se ora la luce è riflessa da uno specchio piano, il suo ulteriore percorso è determinato dalla legge di riflessione. Come si sa, esso si svolge nel piano determinato dalla direzione di incidenza e dalla cosiddetta normale, e forma con la normale lo stesso angolo che la luce incidente forma con la normale. Il "percorso" della luce dopo la riflessione è pertanto legato a un determinato piano che è perpendicolare rispetto al piano riflettente e la cui posizione dipende, per il resto, dalla posizione della fonte di luce e dal punto sul piano speculare colpito dalla luce. Dopo la riflessione la luce ha, in certo qual modo, una storia a cui è legata nella sua ulteriore esistenza. Il piano in cui continua il suo "moto" - lo si chiama piano d'incidenza - appartiene ora alla luce. Essa non si può più chiamare tridimensionale nello stesso senso di quella che si "diparte" direttamente dalla fonte di luce. Bisogna denominarla bidimensionale perché è legata al piano di riflessione in modo da essere attenuata in modo particolarmente energico se la si vuol far uscire da questo piano. Questo fatto fa pensare che, a tutta prima, nel processo luce sia contenuto un processo recondito connesso alle direzioni trasversali dello spazio rispetto alla direzione di propagazione della luce, un processo trasversale. Ciò fu osservato subito alla scoperta della polarizzazione. Ma non era assolutamente necessario considerare a questo punto il processo trasversale come elemento costitutivo della luce stessa, come vera e propria realtà dietro l'esperienza luce. Era una strada falsa. Ma resta sempre importante che il processo di polarizzazione richiama l'attenzione sul fatto che un processo trasversale accompagna la luce. Perciò, dal punto di vista del metodo, esso può essere anche preso come spunto per cercare questo processo trasversale e portarlo alla luce come fenomeno. La polarizzazione dev'essere innanzitutto osservata in modo che in ogni dettaglio di questo processo si rivelino gli

elementi condizionanti che legano la luce a un determinato piano che rappresenta appunto il destino della luce sul suo ulteriore “percorso”. Al giorno d’oggi si è più o meno abituati a osservare un processo luce in modo da considerare soltanto ciò che avviene della luce che “attraversa” lo spazio **NEL LUOGO IN CUI SI SVOLGE L’INDAGINE**. Un frutto particolare di questo metodo è la **TEORIA DELLA RELATIVITÀ** di Minkowski, Lorentz ed Einstein. Perciò proprio nei confronti dei fatti che hanno condotto alla teoria della relatività si rivelerà in modo particolarmente chiaro il valore dell’osservazione del processo luce nel senso della tri-articolata unità qui intesa. Si considera in primo luogo e in modo decisivo il fatto che **LA “VELOCITÀ” DELLA LUCE, IN RELAZIONE AL MOVIMENTO DEL CORPO COLPITO DALLA LUCE, È COSTANTE**, vale a dire che, se la luce di un medesimo sole colpisce due corpi celesti, di cui uno si muove, per esempio, verso il sole mentre l’altro se ne allontana, si riscontra tuttavia uguale la velocità della luce in arrivo su ambedue i corpi. Questo fatto, che in effetti si può dedurre dagli esperimenti di Michelson, è stato formulato nel senso che **DUE OSSERVATORI** che si muovono in modo diverso relativamente alla fonte di luce riscontrano uguale la velocità della luce. Questa, però, è un’interpretazione alterata per mezzo della quale si nasconde ciò che importa. Se si parla di due osservatori, si tratta del fatto che il medesimo fenomeno-luce è osservato due volte e in condizioni diverse - che però non avrebbero nulla a che fare con la luce. Infatti è ovvio che non c’entra con l’essenza della luce ciò che fa colui che la osserva. Ci si trova posti davanti a una contraddizione insolubile. Come può avvenire che ambedue gli osservatori, di cui uno va incontro alla luce e l’altro l’accompagna, trovino uguale la “velocità” della medesima quantità di luce? Logicamente ad essi dovrebbero risultare velocità diverse. Si trova scampo nelle cosiddette trasformazioni di Lorentz che rovesciano il pensare, in quanto frantumano il tempo.

Facendo ciò non si osserva che si sono poste delle premesse che non corrispondono. Si parte dalla rappresentazione che i due osservatori misurano la velocità della luce come si misura la velocità di un treno. Ciò si può fare senz’altro facendo passare davanti a sé il treno stando ad osservare da un lato e rilevando il tempo che impiega un singolo vagone, la cui lunghezza sia nota, a superare un determinato segno. Si può usare anche il medesimo metodo se chi osserva sta in un vagone in movimento e riferisce il passaggio del vagone a un segno sulla vettura su cui si trova.

Allora egli determinerà, appunto, la velocità relativa del treno in rapporto alla sua carrozza. Non si può però fare la stessa cosa sostituendo la luce al treno. Non si può, stando lateralmente alla luce, considerare un'unica vibrazione e osservare quanto tempo essa impiega a passare davanti al segno che abbiamo fatto. Perciò non lo possono fare nemmeno due osservatori che abbiano due diverse velocità. In realtà si può misurare la "velocità" della luce soltanto facendola "arrivare" in qualche modo su una superficie, bloccandola come luce, cioè impedendole ovviamente di essere luce col bloccare il suo "proseguimento". A questo punto un osservatore può poi dedurre la velocità da certe circostanze. Se un altro osservatore volesse fare la stessa cosa in un altro punto del medesimo tragitto percorso dalla luce, il primo non lo potrebbe più fare nello stesso istante, perché il secondo gli toglierebbe la luce con le predisposizioni per il suo esperimento. Se però il secondo lasciasse passare un po' di luce attraverso le sue predisposizioni per l'esperimento, i due sperimentatori avrebbero diversi quantitativi di luce mentre ambedue avrebbero dovuto esaminare la MEDESIMA luce. Il confronto col treno è del tutto errato e sarebbe giusto soltanto se si volesse stabilire la sua velocità, per esempio, facendo sì che il treno investisse un ostacolo e deducendo la sua velocità dal grado del disastro prodotto. Anche in questo caso però l'esperimento potrebbe essere esaminato da un solo osservatore, perché quando il treno fosse trattenuto dalla traversa d'arresto del primo, non arriverebbe alla traversa del secondo. Si tratta appunto del fatto che la "velocità" della luce può essere misurata solo se la si intercetta in qualche modo e così facendo la si distrugge in quanto luce. Ripetendo il medesimo esperimento lo si fa in ogni caso con un'altra quantità di luce.

Se ora il secondo osservatore avesse un moto diverso dal primo, questo movimento VA ANZITUTTO ORDINATO, PER L'ESPERIMENTO, in modo da poter accogliere la luce. È IL DISPOSITIVO CHE IMPORTA, NON L'OSSERVATORE. Se ora si riscontra che la velocità della luce relativamente all'osservatore è sempre uguale, allora in proposito è da dire: LA "VELOCITÀ" DELLA LUCE, RELATIVAMENTE AL CORPO INTERCETTORE È SEMPRE LA MEDESIMA. Questa è la vera condizione dell'esperimento Michelson e degli altri fatti, che hanno portato alla teoria della relatività. In ciò non vi è nulla che obbligasse a impostare le trasformazioni di Lorentz. La mia tesi non significa altro che LA LUCE, NELLA SUA "VELOCITÀ", SI ADEGUA NON ALLA FONTE DI LUCE, MA AL CORPO CHE LA INTERCETTA. La luce

“rallenta” - in relazione alla fonte di luce - quando il corpo che la intercetta le viene incontro; invece “accelera” - in relazione alla fonte di luce - quando il corpo intercettatore se ne allontana; la luce si adegua al corpo che la intercetta.

Questo pensiero ha certamente un senso solo se si è disposti a considerare ogni processo luce nel contesto del tutto reale della citata unità tri-articolata. Per la luce che presenza nello spazio (o che lo “percorre”) non è affatto indifferente come si muove il corpo che incontrerà la sua presenza (o il suo “percorso”). La forma del movimento di questo corpo appartiene al processo luce allo stesso modo in cui la lunghezza del tubo è connessa con l’insieme della canna sonante dell’organo. Come l’aria che esce dalla parte bassa della canna si adatta, con le sue vibrazioni, alla lunghezza, così la luce che “attraversa” lo spazio si adatta alla condizione del moto del buio. E la luce che, con la sua determinata condizione di “moto”, “passa” presso il primo buio e ne “incontra” un altro con una condizione diversa di “moto”, si adatta con la sua “velocità” alla condizione di “moto” del secondo buio.

L’importanza della tri-articolata unità del processo luce si rivela ancora in un altro fenomeno troppo poco notato. Per dimostrare che a base della luce vi è un movimento ondulatorio si è ricorso all’esperimento dello specchio di Fresnel. Per mezzo di questo esperimento, quantità di luce che hanno percorso diverse strade si rafforzano o anche s’indeboliscono reciprocamente se in qualche luogo tornano a incontrarsi. Ma l’esperimento riesce solo se si tratta di quantità di luce provenienti dalla medesima fonte. Provando a far agire reciprocamente nel modo descritto quantità di luce di origine diversa, il fenomeno dell’alternato rischiaramento ed oscuramento non ha luogo. L’interferenza - come questo fenomeno viene chiamato - non avviene. Le quantità di luce della stessa fonte esercitano un’azione reciproca quando s’incontrano sulla medesima superficie ricettiva, indifferentemente dalla varietà dei percorsi effettuati nel frattempo. Anche qui si vede che bisogna considerare come unità la triade: 1) fonte di luce, 2) spazio riempito di luce, 3) corpo che riceve la luce; questa unità è la condizione per il verificarsi dell’interferenza. Ma da ciò risulta dell’altro. Durante il giorno pieno di luce, processi luce provenienti da innumerevoli fonti percorrono ogni parte dello spazio. Essi non si disturbano affatto per cui non concorrono a provocare fenomeni d’interferenza. Ognuno di questi processi luce, in quanto proviene da una determinata fonte e viene intercettato da un determinato corpo, è di per sé

un'unità. L'interferenza avrebbe luogo soltanto nell'ambito di questa determinata unità tri-articolata. Se ora si vuole ricavare dal fatto dell'interferenza il moto ondulatorio che sta a base della luce e considerare il moto ondulatorio come moto di un etere, indifferentemente dal modo in cui ce lo immaginiamo, bisognerebbe, in effetti, immaginare tanti eteri, reciprocamente indipendenti, quante unità tri-articolate di luce esistono, perché solo nell'ambito di una tale unità ha luogo l'interferenza. Il fatto che processi luce di diverse fonti non interferiscono uno con l'altro, rende assurda ogni teoria di un unico etere, che starebbe alla base di ogni fenomeno-luce. TALE FATTO COSTRINGE A CONSIDERARE LA LUCE UN AVVENIMENTO DEL TUTTO IMMATERIALE.

A questo punto s'impone un importantissimo confronto. Ogni fenomeno-luce consiste della fonte di luce, dello spazio luminoso e del corpo ricettivo. Ognuno di questi fenomeni-luce è indipendente dall'altro. Non si disturbano, si sommano solo se, ad es., hanno in comune il corpo ricettivo. In effetti ogni fenomeno-luce comprende tutto lo spazio ed ha la massima intensità nel luogo determinato dalla fonte di luce, dal corpo e dallo spazio che intercorre fra questi. La situazione è molto simile per quanto riguarda i fatti della coscienza umana. Le coscienze umane abbracciano, ognuna per sé, il mondo intero anche se ognuna, di massima, si concentra su un determinato settore del mondo. E se molte coscienze sono rivolte a un determinato settore del mondo, non si disturbano tuttavia a vicenda. Si compenetrano senza disturbarsi. Ciò che non può accadere nel mondo fisico, la reciproca compenetrazione nel medesimo spazio, ciò che è però valido per quanto riguarda le coscienze, vale anche per i fenomeni-luce. I processi luce si compenetrano effettivamente allo stesso modo in cui solo le coscienze reciprocamente si possono compenetrare.

È caratteristico per lo SPAZIO DI LUCE che per esso esista una polarità fra la fonte di luce ed il corpo che intercetta la luce. Esso è limitato da questi confini reciprocamente opposti. Questi sono reali limiti dello spazio di luce che la luce non può superare senza trasformarsi.

E questi due limiti si comportano rispettivamente come positivo e negativo in matematica. Per la luce la fonte di luce è in modo del tutto reale il punto d'origine, il corpo, il luogo in cui affonda. Nello spazio privo di corpi il luogo d'affondamento sarebbe la periferia che delimita il mondo. Questa situazione è modificata solo dalla presenza di corpi assorbenti e riflettenti la luce, lo spazio di luce viene ristretto.

Il contrasto tra fonte di luce e corpo - si potrebbe anche dire fra luce e oscurità, in quanto determina in modo tanto decisivo il fenomeno-luce - deve ripresentarsi in ogni dettaglio del fenomeno-luce. In effetti lo si ritrova nella scala dei colori, in genere nel fenomeno del cromatismo, ma lo si deve anche ritrovare nel moto periodico che effettivamente accompagna la luce. Perché, se è anche fuori discussione che un movimento ritmico stia, per così dire, costitutivamente a base del processo luce come processo oggettivo vero e proprio, si deve tuttavia ricavare, dal fatto dell'interferenza di processi luce, che un processo ritmico accompagna la luce.

Ma, come abbiamo visto, questo processo ritmico non può aver nulla a che fare con una qualche sostanza, anche immaginata suddivisa al massimo grado, ed i suoi movimenti. Dev'essere un fenomeno-luce specifico anche se di un genere non direttamente accessibile coi mezzi di cui disponiamo. Perché, se non fosse un fenomeno della luce e nella luce, non si potrebbe immaginare di poter renderlo visibile per mezzo di particolari accorgimenti, farlo cioè diventare un fenomeno-luce accessibile come avviene per mezzo dello specchio di Fresnel. Portando all'interferenza due moti ondulatori di natura diversa dalla luce, si possono appunto rivelare solo come fenomeni d'interferenza del genere che si ha appunto nei due moti ondulatori di cui si tratta. Solo se il moto ondulatorio avviene nella luce stessa le sue interferenze possono aver luogo come fenomeni-luce (col suono, le condizioni sono diverse).

Con ciò è indicato il punto da cui prendere le mosse. Ora bisogna tornare a ricordarsi che nella triade qui riconosciuta come fondamento di ogni fenomeno-luce, la fonte di luce ed il corpo intercettatore formano una contrapposizione, e che lo spazio fra questi due poli rappresenta qualcosa di neutrale. Che sia così si è già visto per il fatto che lo spazio come tale solo in "spessore" per così dire "infinito", provoca ciò che un corpo intercettatore di spessore limitato può anche provocare, cioè il completo spegnimento della luce. In certo qual modo una parte limitata dello spazio lascia che la luce lo attraversi senza impedimento e senza che essa s'indebolisca. Essa si comporta, rispetto alla contrapposizione: emissione della luce e intercettazione della luce, in modo del tutto neutrale. Ed è anche per questo. che essa appare oscura, anche se luce vi passa. LA VIBRAZIONE CHE SI HA QUANDO LA LUCE PROCEDE ATTRAVERSO LO SPAZIO, PUÒ DUNQUE CONSISTERE SOLO NEL FATTO CHE I PUNTI DELLO SPAZIO TOCCATI DALLA LUCE

SI AVVICINANO, NEL LORO COMPORTAMENTO, ALTERNATIVAMENTE PIUTTOSTO AL MODO DI ESSERE DELLA FONTE DI LUCE O A QUELLO DEL CORPO CHE ASSORBE LA LUCE. Lo spazio stesso fra la sorgente di luce e il corpo che intercetta la luce pulsa senz'altro in ogni punto fra la capacità di emissione della luce e la capacità di assorbimento della luce allo stesso modo in cui è limitato, dal punto di vista complessivo, dall'emissione della luce e dall'assorbimento della luce. La fonte di luce agisce in modo che lo spazio attorno ad essa riceve un impulso ad emettere luce. Lo spazio è abilitato - anzitutto nelle immediate vicinanze della fonte di luce - ad emettere la luce. E la proprietà della porzione di spazio tutt'intorno alla fonte di luce trapassa subito alla parte attigua, mentre la porzione di spazio abilitato appunto ad emettere la luce trapassa nell'opposto, nella capacità di assorbire la luce. Anche questo si riversa poi nelle porzioni di spazio attigue e trapassa, nel suo luogo d'origine, alla capacità di emettere luce. Così, da un lato, ogni punto dello spazio diventa, alternativamente, capace di emettere e di assorbire luce quando è colpito dal flusso della luce; dall'altro, la capacità di emettere luce e la capacità di assorbire luce "viaggia" con la nota "velocità" della luce attraverso lo spazio. In tal modo la vibrazione, che senza dubbio ha luogo, è accolta nello stesso fenomeno- luce e precisamente in modo che i risultati dell'indagine sulla luce si risolvono senz'altro in esso: queste vibrazioni di luce dello spazio non sono vibrazioni di un qualche mezzo escogitato, di un etere di luce, ma dello stesso spazio di luce. Ma non sono visibili, non solo perché la loro velocità è troppo grande, ma perché nello spazio stesso NON si tratta di emissioni di luce e assorbimento di luce, ma solo della capacità relativa. Soltanto incontrando corpi la vibrazione potrebbe diventare un processo sperimentabile. La vibrazione che accompagna la luce non è affatto invisibile in via di principio, ma, come la luce, che in effetti è assolutamente invisibile nello spazio, si rivela per mezzo della superficie del corpo che viene posto sul suo tragitto, così una cinematografia portata alla massima velocità dovrebbe rivelare anche le fonti di luce quando si facesse in modo che la luce rasentasse una superficie bianca e si ritraesse con sufficiente rapidità la superficie fortemente illuminata per mezzo di una macchina da presa. Allora il vibrare dell'emissione e dell'assorbimento della luce, diventati reali, si manifesterebbe. Esiste la possibilità di far fermare, per così dire, le progredienti vibrazioni di luce. Ciò succede sempre quando le onde di luce di una medesima fonte

siano in qualche modo fatte andare le une incontro alle altre o anche quando solo una parte della luce sia fatta procedere in modo diverso dall'altra e i due quanti di luce tornino poi ad incontrarsi in qualche luogo. Ora si può ricondurre ognuna di queste possibilità ad una, che consiste nel far cadere la luce su uno specchio che la riflette. Infatti, così facendo, la luce che arriva più tardi allo specchio incontra, prima di arrivare ad esso, la luce che già da esso ritorna. Questo processo ha il suo analogo nella riflessione delle onde d'aria, per esempio nel tubo acustico di Kundt. Quando si tratta delle onde d'aria si ha a che fare con rarefazioni e condensazioni dell'aria e queste si propagano con la nota velocità del suono. Nel caso delle riflessioni, le condensazioni e le rarefazioni che ritornano dopo la riflessione, incontrano quelle che seguono e sono ancora sulla via verso la riflessione: questo incontro dà lo spunto alla formazione delle onde cosiddette statiche, cioè nel punto d'incontro di una condensazione in arrivo con un'onda riflessa, si forma una condensazione particolarmente intensa; nel punto d'incontro di due rarefazioni si forma una rarefazione particolarmente forte, ma quando una rarefazione incontra una condensazione esse si annullano e si forma la normale densità dell'aria.

Come si sa, quando onde d'aria si riflettono in se stesse (e ciò vale anche per tutte le altre onde) si nota che in certi punti l'aria non perde mai la condizione di normale densità e che vi sono altri punti in cui forti condensazioni si alternano a forti rarefazioni. Il ritmo di questa alternanza è il medesimo che si nota nella vibrazione che si propaga dopo la riflessione. E l'intervallo fra i punti di forte vibrazione è uguale alla metà della "lunghezza d'onda" della vibrazione riflessa. Cose corrispondenti si possono anche dire delle vibrazioni della luce: davanti allo specchio vi sono delle superfici la cui capacità di emissione e di assorbimento della luce muta rapidamente, e fra queste dei piani in cui l'onda continuamente in arrivo si annulla con quella che ritorna e gli strati di forte vibrazione hanno, nel punto in cui sono più vicini gli uni agli altri, un intervallo pari alla metà della lunghezza d'onda della luce. Poiché questo intervallo è estremamente piccolo lo si può rendere visibile solo con l'aiuto di un fortissimo ingrandimento. Nella cosiddetta "fotografia a colori diretta" di Lippmann la formazione dell'immagine si basa proprio su questo processo. Si fa cadere la luce attraverso un'emulsione mantenuta trasparente, sensibile alla luce su uno strato di mercurio adiacente all'emulsione; allora la luce provoca nello strato sensibile strati di forte vibrazione fra

emissione, ora reale, e reale assorbimento e fra questi, strati di quiete. Facendo sottili sezioni dell'emulsione impressionata e sviluppata, facendole gonfiare e mettendole sotto un microscopio a forte ingrandimento, si possono vedere gli strati anneriti di forti vibrazioni.

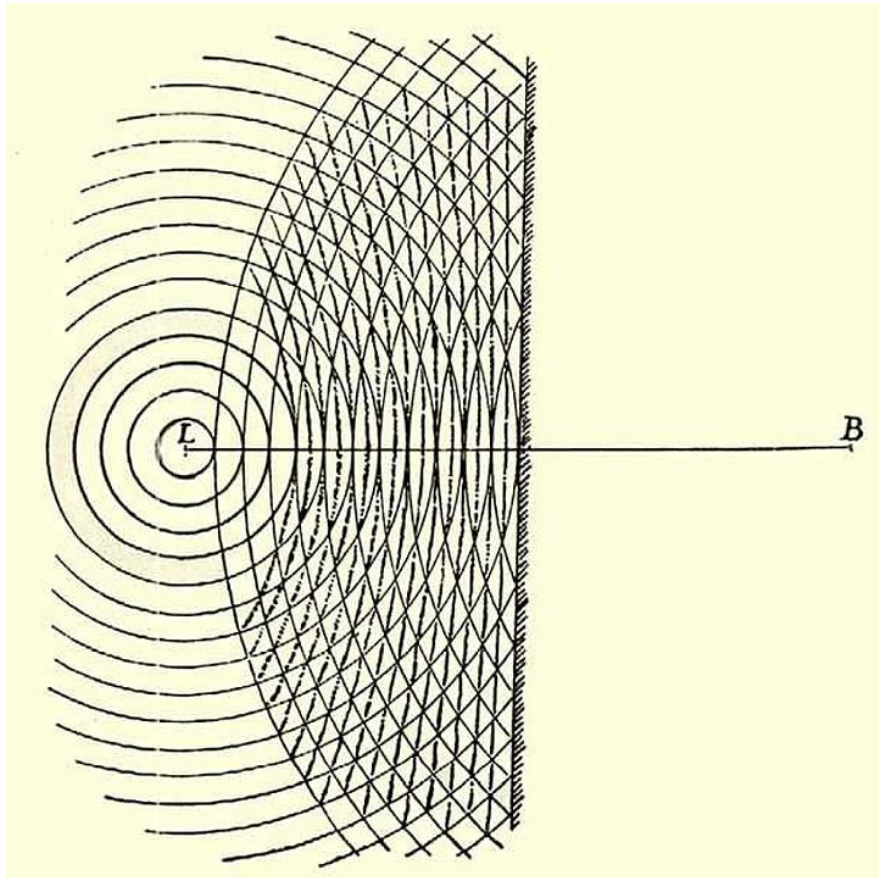


Figura 8

Nella Figura 8 bisogna immaginare una fonte di luce “L” e alla sua destra la sua immagine riflessa “B”, in mezzo la sezione dello specchio. Le linee disegnate con tratteggio diagonale indicano gli strati della più forte vibrazione. La posizione di questi strati deriva, in effetti, dalla riflessione che avviene nel mezzo più denso o più rarefatto. Ma qui non si tratta di questa differenza. Le linee non sono rette ma rappresentano delle iperboli per cui gli strati della più forte vibrazione di luce sono da considerarsi iperboloidi di rotazione. Da ciò risulta che gli intervalli di questi strati s’ingrandiscono sempre di più verso l’esterno, per cui si trovano punti dove gli intervalli oltrepassano i limiti della visibilità. Infatti gli strati come tali, non diventano, per ciò, visibili per quanto poco siano visibili nel punto di mezzo (tra la fonte di luce e l’immagine riflessa). Ma mentre si possono rendere visibili gli strati solo per mezzo dell’ingrandimento della

fotografia al vertice dell'iperboloide, si può riuscire a vederli meno indirettamente e cioè facendoli intersecare da uno schermo bianco-opaco. Solo la luce che colpisce i corpi è, almeno apparentemente, visibile - in realtà diventa visibile solo l'immagine della fonte di luce, indifferentemente se si tratta di luce che si sta propagando o di luce che, per riflessione, è stata, per così dire, fatta arrestare.

In fondo si può ricondurre a quanto esposto ogni processo d'interferenza della luce. Quando da una fonte si dipartono vari processi luce, e durante il loro percorso nello spazio essi tornano ad incontrarsi, si tratta sempre di piani di fortissima vibrazione con in mezzo piani di indifferenza. Si verifica una data formazione nello spazio, si separano strati in cui la luce continua ad annullarsi, strati di indifferenza (nodi di vibrazione) e fra di essi strati in cui si verifica un alternato vibrare tra emissione ed assorbimento di luce.

Ma se ci si rende conto che in effetti l'assorbimento della luce incomincia dai corpi materiali, bisogna dire: nelle zone di fortissima vibrazione (ventri di oscillazione) lo spazio si avvicina alternativamente più alla condizione della fonte di luce e a quella dei corpi materiali. Dall'osservazione della luce nel senso qui inteso bisogna arrivare al punto di considerare l'essere materia e l'essere fonte di luce come condizioni opposte dello spazio.

Volendo considerare la materia come qualcosa che esiste positivamente, cosa che per lo più corrisponde all'attuale concezione, bisogna considerare le fonti di luce, in quanto fonti di luce, come un che di negativo. Ma bisogna anche pensare che, allo stesso modo in cui l'azione della luce si rafforza in maniera particolare, possibilmente negli strati di fortissima vibrazione, a che la sempre ripetuta "materializzazione" dello spazio potrebbe eventualmente intensificarsi fino al reale sviluppo di materia.

Ciò provoca dei punti di vista completamente nuovi per la concezione dello spettro. Se lo sviluppo di materia avesse in effetti a che fare con lo sviluppo di luce, e particolarmente con vibrazioni statiche di luce - si potrebbe anche dire con arresto di luce - sarebbe anche molto comprensibile perché i corpi, portati, con afflusso di calore, a intensa emissione di luce, emettono appunto tipi di luce ben determinati. In tal modo essi si avvicinano alla condizione del loro sviluppo dall'arresto di luce. In fin dei conti essi ripongono tutta la loro individualità proprio nel tipo del loro luore (mentre perdono, per esempio, ogni individualità nel modo di comportarsi rispetto al calore proprio ad alta temperatura).

PERTANTO UNA DETERMINATA SOSTANZA SI DEVE ESSERE

FORMATA DA UNA LUCE COMPORTATASI IN CERTO MODO DURANTE IL SUO ARRESTO.

Ciò fa poi pensare che, se troviamo nella luce di un corpo celeste, come per esempio il sole, gli spettri dei corpi terrestri, non siamo affatto tenuti a supporre che il sole sia costituito dalle medesime sostanze della terra, ma possiamo anche presumere che, in forza della natura a-spaziale della sua particolare luce, che emana appunto in questo modo, esso abbia creato sulla terra queste sostanze senza dover essere esso stesso di natura materiale. La natura della luce, la sua negatività materiale, iscrive il suo spettro nei nostri apparecchi. Ma ritroviamo le linee di questo spettro nelle sostanze della terra lucenti in stato gassoso, perché **TORNANO AD IRRAGGIARE LA LUCE DALLA QUALE SI SONO FORMATE.**

Bibliografia:

E. A. Karl Stockmeyer, "Zur Methodik des Physik-Unterrichts. Physik als Menschenbildung"; versione italiana: "Il metodo dell'insegnamento della fisica. Fisica come formazione dell'uomo", Milano 1979.