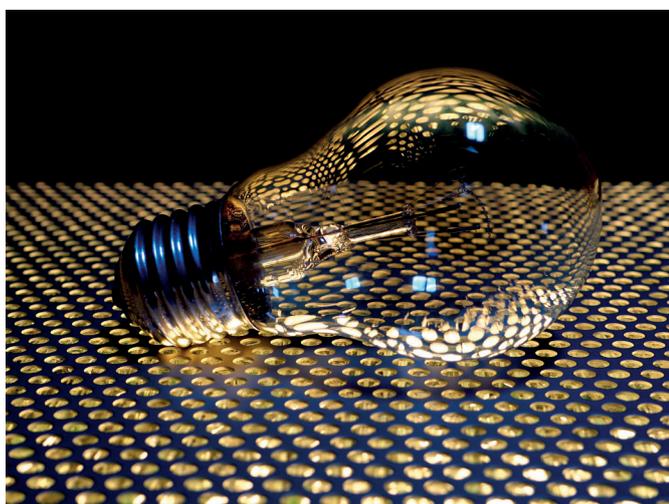


# IL GIALLO DELLE LUCI SCOMPARSE



Non c'è più la luce di una volta. Potrebbe essere il lamento di qualche anziano nostalgico (o, peggio, colpito da quelle degenerazioni della vista oggi sempre più frequenti). Eppure è vero, con una incredibile rapidità sono cambiate le sorgenti di luce cui i nostri occhi erano abituati meno di una generazione fa. In questo articolo cerchiamo di vedere come ci siamo arrivati, mentre nel prossimo numero cercheremo di approfondire i cambiamenti che le ultime trasformazioni impongono alle nostre attività di professionisti dei colori, sia che li maneggiamo sui monitor da disegno, sia che li rimescoliamo nelle gamelle del tavolo da stampa.

## C'ERA UNA VOLTA AL SETIFICIO

Molte delle cose che scrivo suonano familiari a noi bigatt più stagionati, che al terzo anno avevamo un apposito corso di **Elettrotecnica** in cui si studiava anche una parte di **illuminotecnica**. Mi viene spontaneo ricordare la nostra grande docente, l'ing. Maria Teresa Semprini Migliavada: per chi non ha avuto il piacere di conoscerla, potremmo descriverla più o meno come la Minerva McGonagall del nostro Hogwarts sulle rive del Cosia.

**La luce sta cambiando e forse vale la pena di capirci un po' di più. Già perché con la luce tutti noi abbiamo a che fare e nello specifico tessile, luce significa anche percezione del colore e con esso la risultanza della nostra produzione.**

**Il nostro consigliere e docente del Setificio, Sergio Palazzi, ci porta all'interno di questo mondo, spiegandoci un po' di storia e i cambiamenti in atto. In due puntate: proseguiamo infatti nel prossimo numero nella conoscenza di questo affascinante argomento.**

## SCONOSCIUTA AI PIÙ

Ma gli studenti attuali, che fanno ben poca fisica e raramente sanno disegnare il più semplice circuito elettrico, praticamente non sentono mai parlare delle luci e di come vengono generate, se non al limite come ricaduta della parte dedicata alla **scienza del colore** nell'ambito dei corsi di chimica per Sistema Moda. Non conoscono nemmeno gli aspetti dedicati alla quantità e alla qualità della luce; il primo, così importante per garantire un corretto ambiente di lettura o di lavoro; il secondo, essenziale proprio per valutare il colore in tutte le sue caratteristiche e funzioni.

Cerchiamo di descrivere la situazione fino a circa trent'anni fa. Partendo dall'inizio: ma proprio dall'inizio!



## E LA LUCE FU

Prima venne la materia, subito dopo la luce. Questo, curiosamente, è il modo in cui inizia la Genesi. Solo il secondo passaggio è quello descritto dai famosi versetti

*Dixitque Deus: "Fiat lux".  
Et facta est lux. Et vidit Deus lucem quod esset bona...*

Per la nostra attuale cosmologia, luce e materia sono due manifestazioni della stessa realtà, e potremmo dire che la materia iniziò a formarsi un tempo infinitesimo dopo la luce, quando essa iniziò a "condensarsi".

## FATTA DALL'UOMO

Dal giorno della Creazione fino a poco più di un secolo fa, l'umanità ha sempre avuto come sorgenti primarie di luce dei corpi *incandescenti*. Il Sole stesso, la cui luce proviene dall'emissione della sua atmosfera più esterna, tenuta costantemente a circa 5800 K dalla sottostante fornace nucleare. Oppure la Luna, che riflette la luce del sole filtrandola attraverso la nostra atmosfera. E poi, qualsiasi tipo di lampada inventata nel frattempo: torce di fibre ricoperte con grassi o catrame, lampade ad olio, candele a stoppino fatte di cera o altri materiali solidi, fino ai filamenti incandescenti delle lampadine sviluppate soprattutto da **Edison**. Che inizialmente erano fatti con materiali che oggi chiameremmo *fibra di carbonio* (sappiamo che il primo uso commerciale delle fibre artificiali, nell'800, fu proprio quello di ottenere "filamenti di carbone" omogenei e riproducibili).

In seguito venne il **tungsteno**. Dapprima tenuto a circa 2800 K, nelle lampade tradizionali già bandite da una dozzina d'anni,

poi intorno ai 3200 K nelle lampadine alogene, che pure tendono ad estinguersi a causa delle normative sul risparmio energetico. **La luce è più intensa e più "bianca"** e inoltre durano molto più a lungo, grazie ad un particolare fenomeno che coinvolge vapori di gas alogeni (in particolare, iodio). Sappiamo che esse hanno un doppio bulbo concentrico, quello esterno in vetro che serve come protezione, quello interno in quarzo fuso che può restare vicino al filamento senza squagliarsi.

## LUCE CALDA

In tutte queste sorgenti *artificiali*, la luce viene emanata da oggetti solidi, o al limite finissime polveri, che si trovano ad alta temperatura per effetto di una fiamma o perché riscaldati dal passaggio di una corrente elettrica.

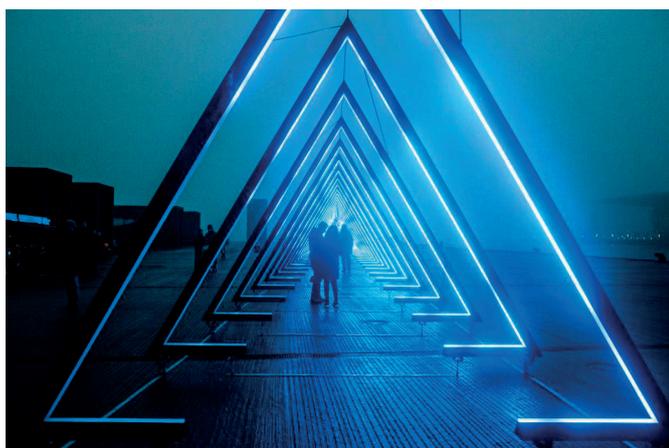
Questa è anche la principale ragione per cui si usano ancora espressioni come "luce calda", per indicare il colore della luce generata da sorgenti di questo tipo: la quantità di energia nel campo del visibile è relativamente piccola, mentre la maggior parte viene emessa come raggi infrarossi. Le lampade scottano, consumano parecchio, ci danno una sensazione di calore. Ma la temperatura non può salire molto: nessun materiale è solido al di sopra di 3695 K (3422°C), il punto di fusione del tungsteno. Anche il carbonio fonde poco più sotto. Questo limita la possibilità di una sorgente incandescente convenzionale: per andare al di sopra, si devono usare altri tipi di sostanze, come ad esempio gas ionizzati da una scarica elettrica.

## DUE PAROLE SUL CORPO NERO

L'emissione di luce all'aumentare della temperatura è un fenomeno noto da sempre, come mostrano espressioni tradizionali tipo **"scaldare al calor bianco"** per indicare che, per esempio, soffiando aria sul carbone di una fornace (o di un barbecue) la temperatura sale da valori più bassi, dove la luce è debole e rossastra, ad altri maggiori, con una luce più intensa e arancione, per poi arrivare al limite in cui la luce sembra diventare "bianca".

Ripassino veloce: chiamiamo *luce visibile* l'insieme delle radiazioni elettromagnetiche la cui lunghezza d'onda sta, all'incirca, tra 400 nm nel viola e 700 nm nel rosso. Cioè, meno di 1000 nm (o 1 µm, o 1/1000 di millimetro). Molto poco rispetto alla scala degli oggetti che siamo in grado di toccare o vedere a occhio nudo, molto di più rispetto alle dimensioni di un atomo che sono tra 0.1 e 0.3 nm. Solo in quello stretto intervallo, le cellule presenti nella retina del nostro occhio subiscono trasformazioni chimiche, da cui derivano impulsi elettrici che poi arrivano al nostro cervello che li elabora ed interpreta.

Qualunque corpo, semplicemente per il fatto di esistere, emette una quantità di energia sotto forma di onde elettromagnetiche, la cui composizione ed intensità dipende dalla sua temperatura. Questa *emissione radiante* avviene anche da parte di oggetti non troppo caldi, come abbiamo purtroppo imparato grazie a quei termometri per la temperatura corporea che, appunto, sono sensibili all'emissione di raggi infrarossi da parte della nostra pelle (con buona pace di qualche allegrone che sostiene che essi ci colpiscono con qualche tipo di raggio mortale, forse per attivare i microchip iniettati con i vaccini...).



Copenhagen Light festival

La descrizione matematica di questo fenomeno sta nel modello cosiddetto del “**corpo nero**”, sviluppato negli ultimi decenni del 1800. Ho promesso di non scrivere equazioni matematiche, quindi mi limito a dire che a temperature di poche centinaia di kelvin la quantità di energia emessa è bassissima e per la maggior parte nella zona delle microonde; verso i 700-800 K comincia ad apparire una debolissima luce visibile ma la totalità della radiazione è ancora nell’infrarosso; poi, pian piano, mentre l’intensità totale aumenta moltissimo una piccola percentuale viene infine emessa nell’intervallo del visibile, con una quantità del tutto irrisoria nell’ultravioletto.

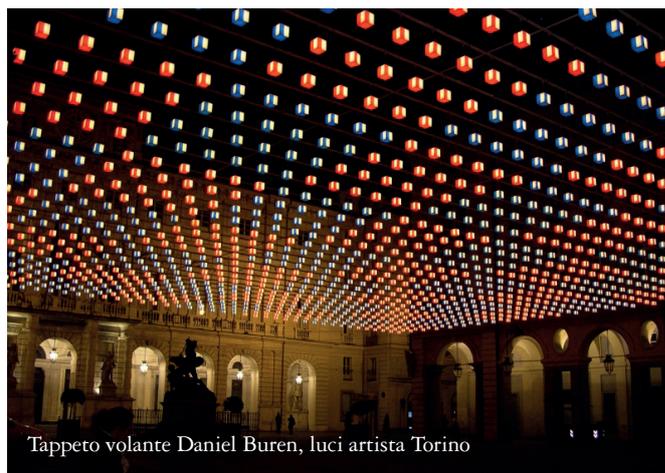
## OLIO E CERA

Le lampade ad olio, di cui già parlano le fonti letterarie più antiche, dalle nostre parti non usano più se non per scopi decorativi o liturgici (come la lampada sulla tomba di San Francesco, patrono d’Italia, che è alimentata con l’olio offerto ogni anno da una diversa regione); a volte si trovano ancora delle rudimentali lampade ad olio combustibile per segnalare di notte i cantieri stradali.

Immergendo uno stoppino non nell’olio ma in un combustibile solido otteniamo una più maneggevole candela: si tratta di un oggetto a suo modo *bi-tech*, introdotto più o meno nell’alto medioevo e da allora rimasto nell’uso.

## LO STOPPINO

Qualunque sia il combustibile, il principio di funzionamento si basa proprio sullo stoppino: costituito di fibre tessili, offre una elevata superficie di scambio e trascina lentamente, per capillarità, una quantità molto piccola di combustibile, garantendo così l’accensione della fiamma: senza stoppino, la candela non si accende. Il combustibile riscaldato vaporizza e brucia, in parte si decompone e ricompone dando luogo alla formazione di nerofumo; nel caso di grassi di scarsa qualità o contaminati, ci sono anche residui difficilmente combustibili. Sono proprio queste particelle *sporche* ad emettere la luce: alla base della fiamma la combustione avviene con molto ossigeno e temperature più alte (oltre 1600 K), la fiamma è azzurrognola e assai poco luminosa, mentre diventa luminosa dove i gas si raffreddano (sotto i 1000 K) dando luogo a quelle sostanze che poi costituiranno il residuo nero del fumo.



Tappeto volante Daniel Buren, luci artista Torino

## LUCE E FUMO

Il che significa che tanto più una fiamma è luminosa, e quindi utile per chi la usa, tanto più disperde inefficacemente una grande quantità di energia sotto forma di calore, e per di più emette materiali inquinanti: non proprio un bell’affare. L’effetto nefasto delle candele ce lo hanno mostrato i grandi restauri scientifici di affreschi avviati alla fine del secolo scorso, quando i colori della cappella Sistina o della cappella Brancacci stupirono certi critici, la cui estetica si fondava sostanzialmente sul fatto che non ne giudicavano le autentiche tonalità, ma quelle dello sporco dei secoli.

## GAS

Tra le poche evoluzioni di questo schema, nel periodo in cui nasceva il Setificio erano comparse le “limelight”, quelle lampade a gas usate fino ai primi del ‘900 nei lampioni stradali o come luci della ribalta, le cui ultime eredi sono le lanterne da campeggio. In questo caso, la fiamma del butano delle bombole, o del metano o di altri gas, risulta quasi incolore e pochissimo luminosa, ma arroventa una reticella fatta in fibre inorganiche, ed è da qui che si sprigiona la luce. In effetti essa appare un po’ più “bianca” rispetto a quella di un corpo nero incandescente, per via di un certo trucco chimico-fisico su cui però non vale la pena di perdere del tempo: tanto, ormai non le usa quasi più nessuno.

## LA LAMPADINA

La lampadina ad incandescenza permetteva di usare un “vettore di energia” molto più pratico e controllabile rispetto a un combustibile, cioè quella corrente elettrica che **Volta** per primo aveva reso disponibile. È difficile stimare quanti miliardi ne siano stati prodotti in oltre un secolo, per essere usate nei contesti più diversi, dall’arredamento ai trasporti alle segnalazioni. Ma, anche qui, la logica di fondo rimane la stessa delle candele: la maggior parte dell’energia è dispersa sotto forma di calore, sono necessari materiali piuttosto costosi e di breve durata, e poi - direttamente o indirettamente - notevoli quantità di sostanze inquinanti vengono disperse nell’ambiente: non al punto di utilizzo, come con le fiamme, ma in quello della produzione, nella centrale elettrica o nella fabbrica di batterie.

## L'EPOCA DELLA SCARICA E DELLA FLUORESCENZA

Nel frattempo, l'ingegneria illuminotecnica aveva esplorato altri modi per emettere luce, rivolgendosi a gas riscaldati (o "eccitati") da diversi tipi di fenomeni elettrici. **Le lampade ad arco**, che qualcuno di noi ha fatto in tempo a vedere nelle cabine di proiezione dei cinema: la scarica veniva mantenuta fra due elettrodi in carbone che lentamente vaporizzavano. Oppure le molte varietà di lampade che sfruttano alcuni fenomeni analoghi, all'interno di tubi che contengono piccolissime quantità di gas o di vapori. Tra esse, quei tubi pieni di **neon** capaci di emettere una luce rosso-arancio, che un tempo vedevamo sulle facciate degli edifici negli spazi più glamour come Piccadilly Circus o Piazza del Duomo. Ah già, ovviamente i tubi al neon sono questi, non quelli impropriamente chiamati così e che sono in **realtà tubi a fluorescenza**.

## DURATA ED EFFICIENZA

La maggior parte di queste sorgenti può emettere quantità veramente importanti di luce, a parità di potenza assorbita, garantendo inoltre una durata incomparabilmente superiore a quella delle lampadine a incandescenza: per questa ragione sono ancora largamente usate nei **proiettori di illuminazione stradale o architettonica**. Specialmente dove la durata è indispensabile, perché il lavoro di sostituzione di una lampada bruciata costa assai di più della stessa.

Le prime lampade molto più efficienti rispetto a quelle ad incandescenza servivano per scopi in cui l'importante era la

quantità di luce, non la sua qualità: illuminazione pubblica o militare, segnalazioni a lunga distanza o giù di lì. La fedeltà di riproduzione dei colori, con alcune fra quelle oggi in commercio può essere anche piuttosto buona, ma all'inizio non era granché.

Anzi, fino a qualche anno fa eravamo abituati a vedere gli svincoli dell'autostrada illuminati da una luce gialla data dall'emissione di una scarica nei vapori di sodio molto rarefatti. Assolutamente *spettrale* nel vero senso del termine: una sola riga dello spettro a 589 nm, pura e straniante come la luce di un laser.

## QUALITÀ E COLORE

Sotto quel tipo di illuminazione è totalmente impossibile valutare i colori, l'immagine è monocromatica come in una foto in bianco e nero. L'efficienza luminosa di questo tipo di lampade era però altissima, ad oggi ancora la maggiore mai praticamente ottenuta, perché la luce emessa ha una lunghezza d'onda molto vicina al massimo della sensibilità del nostro occhio, con il vantaggio di avere anche un effetto "antinebbia". Tuttavia, come la calda luce gialla delle lampade a incandescenza, anche quella gialla e livida delle lampade a vapori di sodio a bassa pressione è ormai scomparsa: sono praticamente fuori commercio, sostituite da quelle a vapori di sodio ad alta pressione che emettono la familiare luce *color mandarino* di molti lampioni attuali. Per vedere la luce gialla del sodio, o facciamo i vecchi saggi alla fiamma sui Bunsen del laboratorio, oppure guardiamo gli schizzi dell'acqua salata sul fornello della pastasciutta.

## MODERNITÀ

La prima rivoluzione nell'illuminotecnica degli interni cominciò a metà del '900: per il bisogno di fornire tanta illuminazione a spazi anche molto grandi come quelli industriali, scolastici o commerciali, arrivarono i tubi a fluorescenza. Emettono tre o quattro volte più luce delle lampadine a incandescenza, a parità di potenza assorbita, e richiedono impianti molto più semplici rispetto a quelle a scarica; permettono ancor oggi di illuminare a giorno gli spazi in cui viviamo e lavoriamo, a prezzo di qualche sacrificio sulla qualità della luce e sulla percezione dei colori. Proprio da queste ripartiremo la prossima volta, approfondendo anche i temi della *temperatura di colore*, della *resa cromatica* e degli *illuminanti standard* ■

Diagramma CIE 1931 che include la curva di cromaticità del corpo nero. Da wikipedia.org

