

## **Le provocazioni di Enotria**

Andrea Bosi, Marzo 2011

### **Provocazione #1: L'occhio umano ed il microscopio.**

Chiunque voglia parlare di microscopia, inizia il suo discorso parlando dell'occhio umano, invariabilmente paragonandolo ad una "camera oscura", in pratica ad una scatola chiusa con una parete bucata, con inserita una lente e che forma un'immagine di quello che c'è all'esterno, sulla parete opposta al foro.

La spiegazione è molto semplicistica e per la verità, questa ipotetica scatola che è l'occhio umano è tutto meno che semplice: è in grado di allungarsi o accorciarsi, il foro cambia continuamente di diametro ed anche la lente può modificare il suo potere diottrico.

Questo solo ad esaminare i suoi parametri fisici.

A complicare ancora di più le faccende, c'è poi che l'occhio è attaccato al cervello, il quale è tutto altro che neutrale nel suo comportamento, anzi è lui che per primo "suggerisce" all'occhio "cosa deve vedere", con tutte le conseguenze assurde d'errori nell'interpretare certe immagini o nel distinguere i diversi colori.

I progettisti di microscopi si trovano quindi a dover adattare nel migliore dei modi uno strumento ottico meccanico, ad uno estremamente complesso e variabile come è l'occhio umano.

Per forza di cose devono ricorrere a delle semplificazioni ed a fissare dei parametri di base attorno ai quali costruire ed adattare l'ottica complessiva del microscopio.

Ma allora, come è fatto l'occhio umano standardizzato per il microscopio e quali sono i suoi parametri ?

Per convenzione universalmente accettata dai produttori di microscopi, l'occhio che guarda dentro il microscopio DEVE essere quello perfetto di un giovane, senza alcun difetto visivo, con potere d'accomodamento efficace almeno dai 25 cm. in poi, naturalmente senza errori d'interpretazione dei colori e senza astigmatismi o altre malformità.

Non basta, occorre anche definire come deve effettuarsi la visione al microscopio: gli occhi devono essere accomodati sull'infinito e perfettamente paralleli fra loro, nonostante che il nostro cervello si ostini a suggerirci esattamente il contrario.

Proprio per l'intromissione del nostro cervello, non è per nulla facile guardare il microscopio in modo corretto, talvolta è necessario ricorrere a dei veri e propri "trucchi" per adeguare la nostra vista alla visione microscopica: ad esempio,

rialzare gli occhi e guardare lontano, per poi ritornare al microscopio cercando di mantenere inalterata la convergenza e l'accomodamento.

La stessa prospettiva è poi completamente falsata a seconda dell'ingrandimento utilizzato, ad esempio, con un comune obiettivo da 40x, un qualsiasi corpo appare più grande del 50% circa rispetto al reale, a causa del maggior angolo di visuale dell'obiettivo rispetto all'occhio umano.

Di conseguenza, tutte le misure degli organi del microscopio, le rispettive posizioni delle lenti fra loro, dei vari diaframmi e delle pupille, delle interdipendenze fra sorgente, condensatore, oggetto, obiettivo, immagine intermedia, oculare, ed infine, posizione dell'occhio umano, sono calcolate dai costruttori sulla base dei parametri standard dell'occhio perfetto, così come lo abbiamo prima descritto.

Qualunque altra considerazione viene volontariamente ignorata: per i progettisti, l'occhio che guarda dentro un microscopio DEVE essere un occhio perfetto !

*Per finire un piccolo quiz:*

*su un tavolo abbiamo messo un microscopio perfettamente allineato e regolato, si siede un baldo giovane con vista perfetta che inserisce un vetrino e lo guarda, mettendolo accuratamente a fuoco.*

*Poi questi si alza e cede il posto a me, che invece sono ipermetrope per vecchiaia, e mi accorgo subito che la sua messa a fuoco non mi soddisfa. Come mi comporto ?*

*A) Rifaccio la messa a fuoco, adattandola alla mia vista.*

*B) Mi sforzo di guardare, ma senza modificare nulla, magari cercando di stringere anche le palpebre.*

*C) Utilizzo gli occhiali da vista, senza toccare la messa a fuoco.*

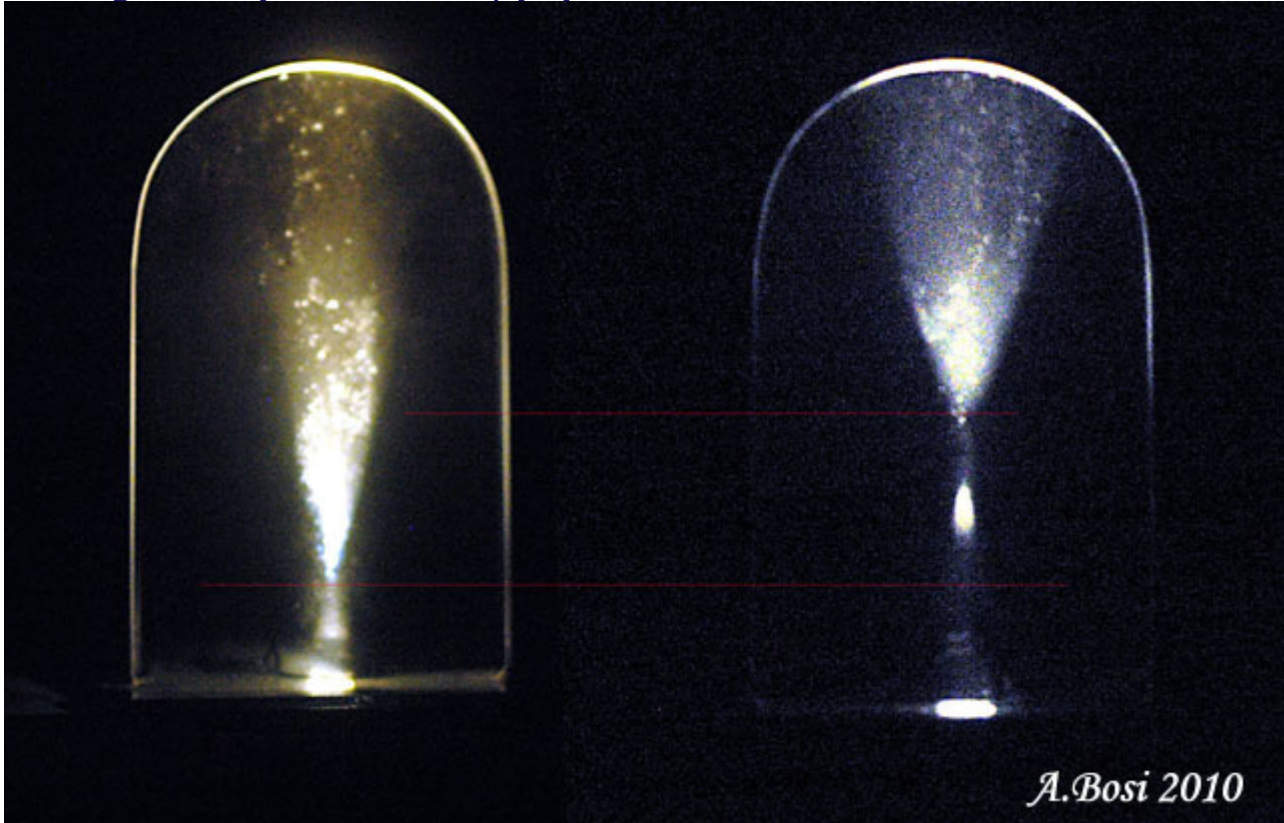
*D) Mi arrabbio ed inveisco contro le gioie della terza età.*

## **Provocazione #2: l'oculare**

Quando parliamo d'oculari, il mio ha la pupilla sempre più alta del tuo, inoltre ha il campo più allargato del tuo ed è più compensato del tuo.

Questi sono i principali pregi che sono vantati nelle discussioni sul Forum, ma siamo proprio sicuri che questi siano pregi ? Non potrebbero essere invece dei difetti ?

**Immagine: Pupilla normale, pupilla alta.**



Prendiamo l'altezza della pupilla, la potete verificare con un vetro smerigliato posto sopra l'oculare, così come è nella foto ed allora vedrete che:

- 1- Gli oculari normali hanno una pupilla alta circa 10 mm.
- 2- Gli oculari per portatori d'occhiali hanno la pupilla a 20 mm. circa
- 3- Gli oculari speciali per fotografia hanno la pupilla ancora più alta, si può arrivare a 50 mm ed oltre.

Sembrerebbe che la pupilla alta, o mediamente alta, sia la soluzione migliore, e certamente lo è se dovete utilizzare gli occhiali, ma se non li portate ?

Avete mai notato certi microscopisti che, mentre guardano un vetrino, muovono continuamente la testa, avanti, indietro, avanti, indietro, con un moto continuo, un dondolio apparentemente inspiegabile ?

In genere, se non hanno il Parkinson, hanno degli oculari a pupilla alta che rendono molto più difficile la loro localizzazione ed il perfetto allineamento degli occhi, specie se si sta guardando un vetrino poco luminoso, tipo campo oscuro o, peggio, fluorescenza.

Il fatto è che il nostro cervello (sempre lui !) utilizza la sensibilità di contatto delle ciglia per localizzare la posizione dell'oculare e mantenere inconsciamente il giusto allineamento con la testa.

**Immagine: Oculari a pupilla alta, ma con paraluce a cono.**



Mancando questo contatto, il cervello fa più fatica ad orientare in modo corretto la testa ed, in certi casi, si arriva a quel movimento beccheggiante di ricerca continua della posizione corretta.

Morale: se portate gli occhiali, usate pure gli oculari a pupilla alta, altrimenti siate cauti, eventualmente usate quelli con il paraluce a cono, fatti apposta per mantenere il contatto con le ciglia.



Immagine: Oculari per fotografia a pupilla alta da 25 a oltre 55 mm.



Consideriamo ora l'ampiezza del campo inquadrato: in questo caso è difficile trovare dei difetti, considerate però che l'ampiezza non varia l'ingrandimento, ma aumenta il campo esposto e certamente favorisce un maggior affaticamento per il plus lavoro della muscolatura dell'occhio, ma in certi casi sono favolosi !

Piuttosto non esagerate, è perfettamente inutile andare oltre al campo che vi fornisce l'obiettivo !

Infine la compensazione: è presente solo in alcuni oculari ed indicata in genere con la lettera K, o altre sigle, assente in altri, in altri ancora compare la recente sigla CF.

I costruttori si riferiscono alla compensazione di un possibile difetto ottico degli obiettivi che non è facile controllare in modo completo, la Cromatica Laterale, per gli amici CVD (Chromatische VergrößerungsDifferenz). Colpisce in particolare gli obiettivi ad alto ingrandimento, 40x ed oltre, mentre è interamente corretta negli altri.

Quindi usate pure gli oculari compensati, ma non con gli obiettivi deboli, altrimenti siete voi ad introdurre un errore di Cromatica Laterale.

Per quanto riguarda poi gli oculari CF (Chrome Free), sarebbero da usare solo con obiettivi dello stesso tipo, anche loro CF, pena ancora una volta la sotto correzione della CVD negli obiettivi ad alto ingrandimento e la sovra correzione in quelli ad ingrandimento basso.

*Per finire il quiz.*

*Devo trovare un oculare da utilizzare assieme alla mia compatta per fare delle riprese in afocale, qual è più adatto ?*

*A) Un oculare a campo super allargato, meglio se di provenienza astronomica, per visioni panoramiche di nebulose e simili.*

*B) Un oculare compensato, se devo scattare foto a basso ingrandimento.*

*C) Un oculare non compensato, da usare solo per foto con obiettivi da 40x ed oltre.*

*D) Un oculare a pupilla alta, proporzionata a quella della fotocamera.*

*E) Un oculare formato da un obiettivo fotografico ad occhio di pesce (Fish Eye) che ingrandisca l'immagine del microscopio.*

### **Provocazione #3: il raccordo fotografico (meccanica)**

Facile: si prende un tubo, da una parte lo si attacca al microscopio, dall'altra alla macchinetta che fa la foto.

## Immagine: raccordo fotografico commerciale con oculare



Si, ma quanto deve essere lungo questo raccordo ?

Dipende, se nel raccordare vogliamo utilizzare un oculare, dovrà rapportarsi alla lunghezza di tubo del nostro microscopio, altrimenti dovrà essere il più breve possibile.

Nel primo caso la verifica della giusta lunghezza l'avremo se, messo regolarmente a fuoco un vetrino, togliamo un oculare e lo inseriamo in cima al tubo fotografico: l'immagine deve essere visibile ed ancora perfettamente a fuoco.

Nel secondo caso abbiamo detto il più breve possibile anzi, se si potesse entrare nella testata, sarebbe l'ideale. Il guaio è che normalmente si utilizzano delle reflex e queste hanno uno "spessore", o meglio un tiraggio, di almeno 45 mm. A questi aggiungete altri 20 mm. di spessore per la flangia e per l'anello T2 d'adattamento e siete già al limite !



## Immagine: Raccordo senza oculare



Poi, una caratteristica molto comoda che dovrebbe avere il nostro raccordo fotografico è la possibilità di variare l'allungamento in modo micrometrico, così da poter regolare nel migliore dei modi la messa a fuoco sulla fotocamera.

Altre caratteristiche importanti sono poi la stabilità, la robustezza, la capacità di smorzare rapidamente le vibrazioni.

Riguardo a questo ultimo aspetto che spesso è causa del tanto temuto micro mosso, io sconsiglio sempre l'utilizzo di un sostegno per la fotocamera tenuto separato dal microscopio. Molto meglio se abbiamo a che fare con un'unica struttura solidale, in questo modo, anche se si formassero delle vibrazioni, queste sarebbero in fase fra loro e la foto non ne risentirebbe.

Viceversa, strutture anche robustissime, ma separate, sono sempre causa di vibrazioni sfalsate fra loro, con immancabile creazione del micro mosso.

Infine, se vi è possibile, cercate di contenere il peso delle fotocamere da utilizzare in afocale: se vi capitasse di fare la fotografia non al tubo trinoculare, ma da un normale oculare laterale, molto meglio avere "appesa" una fotocamera da pochi etti e che non sforza sulla delicata struttura della testata.



## Immagine: Ripresa "al volo".



*Ed ora il quiz.*

*Sto cercando la soluzione migliore per collegare in afocale la mia super compatta al microscopio. Purtroppo la fotocamera è piuttosto pesante, per cui:*

- A) il microscopio è su un robusto tavolo vicino ad un muro portante, la fotocamera viene così montata con delle robuste staffe fissate a cemento direttamente nel muro.*
- B) Utilizzo un robusto treppiede, con una comoda testa ad attacco rapido per la fotocamera.*
- C) Cerco di rendere più rigido e robusto il tubo di raccordo, poi monto la fotocamera direttamente su questo, curando la robustezza delle flangie e dei raccordi.*
- D) Sfrutto lo stativo di un ingranditore professionale per grande formato, montando il microscopio direttamente sul piano dell'ingranditore e la fotocamera al posto della testa da ingrandimento.*

## **Provocazione #4: il raccordo fotografico (ottica)**

Qui si entra nel veramente difficile, allora per semplificarci le cose prendiamo in esame due sole varianti per il nostro microscopio: con o senza oculare ed un altro paio di possibili varianti per la sola fotocamera: con o senza obiettivo.

Del resto, la stragrande maggioranza dei casi rientra in una di queste quattro

combinazioni possibili.

A1) Microscopio con oculare, fotocamera con obiettivo.

Chiamato anche metodo afocale, è certamente il più diffuso ed il più flessibile. Sfrutta la possibilità della fotocamera completa di obiettivo di focalizzare i raggi di luce paralleli emessi dall'oculare, in una immagine sul sensore. Per farlo in modo corretto, l'obiettivo della fotocamera deve essere posizionato su infinito.

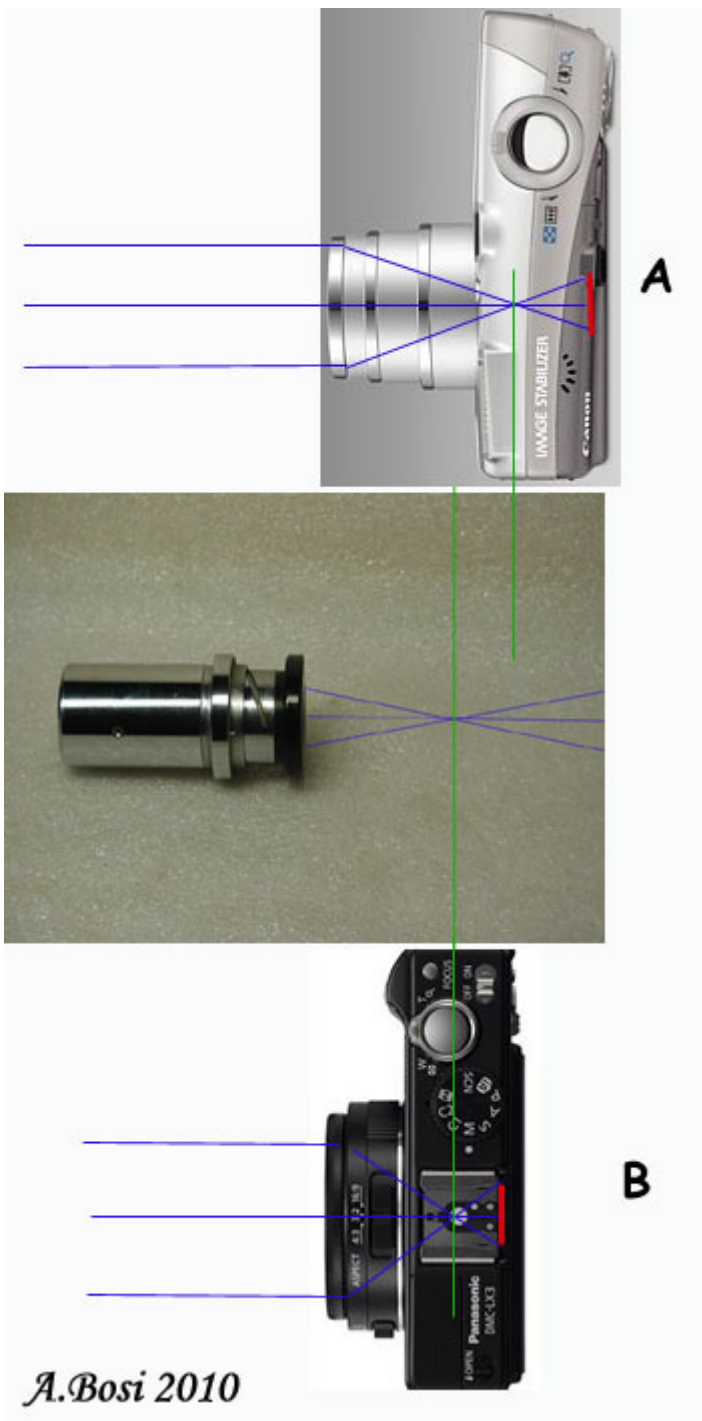
Perfetto per le leggere compatte digitali che così possono essere inserite anche al posto dei normali oculari per fare foto "al volo" sui microscopi, anche se non sono dotati dell'apposito raccordo.

Ha però due punti molto critici, due condizioni che devono essere rispettate: la pupilla di uscita dell'oculare DEVE corrispondere alla pupilla di entrata della fotocamera ed inoltre, il diametro delle due pupille deve essere il più possibile simile.

Il guaio è che mentre la pupilla dell'oculare è fissa, quella della fotocamera è variabile con lo zoom: si sposta avanti ed indietro e contemporaneamente cambia di dimensione.

La soluzione più facile è quindi quella di giocare con l'altezza della pupilla dell'oculare, facendo in modo che cada molto all'interno dell'obiettivo della fotocamera: a questo punto muovendo lo zoom si dovrebbe riuscire a trovare una posizione in cui il sensore è completamente coperto dall'immagine.

**Immagine: La digitale A non è adatta, la B è perfetta.**



Inoltre, per non complicarci inutilmente la vita, evitiamo di utilizzare super fotocamere con grandi obiettivi super luminosi: la piccola pupilla del nostro microscopio non riuscirà mai a coprire a pieno la troppo grande pupilla della fotocamera, quindi avremmo fatto una spesa perfettamente inutile.

A2) Microscopio con oculare, fotocamera senza obiettivo.

Si sfrutta il principio che l'oculare proietta una immagine completa che si focalizza all'infinito.

Basta scorrere lungo il fascio emergente con un vetro smerigliato per vedere questa immagine che, man mano ci si allontana, diventa sempre più grande e sempre più a fuoco. Se potessimo allontanarci di parecchi metri vedremmo l'immagine perfettamente focalizzata, anche se purtroppo inutilizzabile per le esagerate dimensioni raggiunte e la conseguente troppo bassa luminosità. Ci si accontenta allora di prelevare l'immagine molto più vicino al microscopio, in un punto in cui abbia le giuste dimensioni per il nostro sensore e di sopperire alla sua sfocatura andando a modificare la messa a fuoco principale del microscopio.

Pacifico che stiamo facendo volontariamente un errore, la modifica della messa a fuoco, per compensare l'errore precedente di aver intercettato l'immagine non all'infinito, ma in un punto troppo vicino al microscopio.

Altrettanto pacifico però è che se questo doppio errore non ci penalizza troppo e consente ugualmente risultati soddisfacenti, ci tappiamo il naso e sfruttiamo tranquillamente questo metodo, che in compenso è semplicissimo da utilizzare e da mettere a punto.

#### B1) Microscopio senza oculare, fotocamera con obiettivo.

Metodo ancora poco usato, ma che in futuro diventerà la normalità. E' infatti il sistema utilizzato nei microscopi di ultima generazione, quelli con lunghezza di tubo infinita: l'immagine è portata da fasci paralleli di raggi paralleli, quindi la possiamo intercettare in qualsiasi punto con una semplice compatta dotata di obiettivo posto su infinito ed avere così la nostra bella foto.

#### **Immagine: Immagine perfettamente centrata a zomm medio.**



#### B2) Microscopio senza oculare, fotocamera senza obiettivo.

Ci siamo ridotti ai minimi termini, ormai non abbiamo più nulla ! Non abbiamo più l'oculare, non abbiamo più neppure l'obiettivo della fotocamera.

In queste condizioni c'è solo un punto dove possiamo andare a prenderci



l'immagine ed è l'immagine intermedia del microscopio, quella che si forma ad una distanza di 10 mm dalla battuta del porta oculare (comunque verificate la posizione esatta con un vetro smerigliato).

Per fotografare occorre che il sensore venga posto esattamente dove si forma l'immagine, solo così non abbiamo introdotto errori.

Purtroppo, nella pratica avviene che poi vogliamo adattare la copertura dell'immagine sul sensore e lo possiamo fare solo spostando avanti o indietro il sensore rispetto al punto in cui si forma l'immagine intermedia. Ma allora ancora una volta commettiamo un errore ed ancora una volta compensiamo questo con il secondo errore: il solito spostamento della messa a fuoco !

Ed allora vale qui quello che abbiamo già detto per la situazione in A2: se nonostante gli errori il risultato vi soddisfa, tappatevi il naso e fate finta di nulla !

*Ed ora il quiz.*

*Sono dal fotografo che mi sta consigliando la miglior digitale da utilizzare in afocale sul mio microscopio, qual è la più adatta ?*

*A) Una reflex semi professionale, con obiettivo zoom 17-110 ed f/4 fisso, sensore a formato pieno 24x36*

*B) Una minuscola compatta con zoom di buona qualità, ma con rapporto solo 1:3*

*C) Una bridge con zoom rapporto 1:10 ultra luminoso*

*D) Una compatta con super zoom rapporto 1:10 e possibilità di fare macro in rapporto 1:1*

*E) Compatta di qualità medio alta, schermo LCD da 3", possibilità di regolazioni manuali, macro fino a 1:1, zoom ottico equivalente a 35-400 f/5,6-16*

## **Provocazione #5: L'obiettivo (caratteristiche)**

Decisamente il componente più importante del microscopio, gioia e dolori di ogni appassionato, fonte di grandi soddisfazioni, ma anche di brucianti delusioni.

Data per scontata la conoscenza delle differenze di qualità (Acromatico, Fluorite e Apocromatico) e dei relativi prezzi, vediamo alcune altre caratteristiche su cui spesso si aprono accese discussioni sul Forum.

Col termine di planare (PL, Plan) si intende che la messa a fuoco è omogenea su tutto il campo, in caso contrario si avrebbe il centro a fuoco, mentre i bordi sarebbero leggermente sfuocati.

Detta così sembra un pregio indiscusso, ma in Ottica non si ottiene niente per niente, qualche cosa deve essere sacrificato: distanza di lavoro, contrasto, fragilità, costo.

Si nota così su eBay la svendita di magnifici, ma inusabili Zeiss PlanApo 10x, ottimi, ma con una distanza di lavoro irrisoria per un così basso ingrandimento. Si assiste alla delusione di gente che finalmente riesce ad acquistare il super

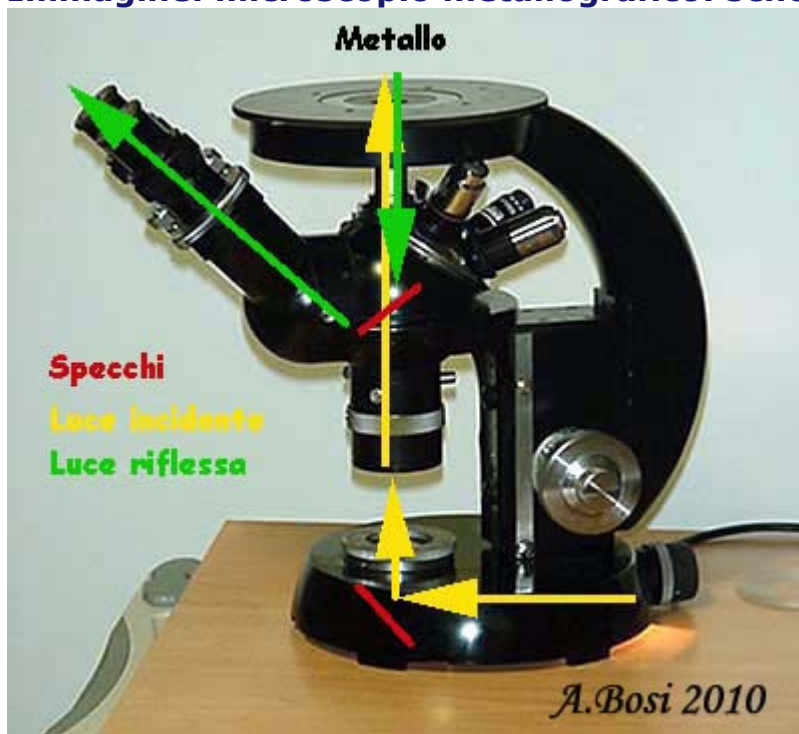
obiettivo tanto sognato e poi non riesce ad usarlo per la difficoltà nel metterlo a fuoco.

Per di più, il maggior numero di lenti porta ad un minor contrasto ed ad un maggior costo, così come spesso la tecnica di costruzione del planare porta a lenti esterne concave, complicatissime da tener pulite.

Quindi se proprio vi è indispensabile un campo completamente spianato prendetelo pure, altrimenti potete benissimo farne a meno e vivere ugualmente felici e contenti.

Altro termine discusso e discutibile è la distanza di lavoro (HWD, WD), certamente utilissima se serve veramente (microscopi invertiti, metallografici, uso di acidi o di manipolatori, episcopia, ecc.), in caso contrario è una inutile diminuzione di risoluzione, senza un reale beneficio come contropartita.

### **Immagine: microscopio metallografico: schema.**



Molto comuni gli obiettivi progettati per il Contrasto di Fase (Phn, Phv), ma ancora, se non sono necessari per il tipo di illuminazione utilizzato, meglio non acquistarli. L'anello di fase interno interferisce con l'immagine creando riflessi indesiderati, con diminuzione sia del contrasto, sia della stessa risoluzione.

Non hanno controindicazioni invece gli obiettivi specializzati per le osservazioni in luce polarizzata (Pol, P, SF) salvo un generico maggior costo. La differenza con i comuni obiettivi sta nel trattamento dei vetri utilizzati per le lenti. Deve essere garantita l'assenza di tensioni interne che potrebbero creare delle differenze di colore al passaggio della luce polarizzata.

*Il quiz.*

*Una sola affermazione è sbagliata, quale ?*

- A) Gli obiettivi con l'indicazione Pol rendono più vivaci i colori della polarizzazione.*
- B) Gli obiettivi planari sono spesso una versione "di lusso" degli acromatici.*
- C) La correzione planare diminuisce la distanza di lavoro, specialmente negli Apocromatici.*
- D) Gli obiettivi Ph rendono sempre molto più facile ed evidente la messa a fuoco, anche in Campo Chiaro.*
- E) Se utilizzo un metallografico, l'uso di obiettivi HWD è praticamente obbligato.*

## **Provocazione #6: l'obiettivo (Rapporto Prezzo/Qualità)**

Già si è detto della grande importanza della qualità degli obiettivi e si è già accennato che se la qualità aumenta, il prezzo dell'obiettivo aumenta in modo esponenziale.

In modo molto grossolano, ma sul mercato globale di eBay un semplice Acromatico costa attorno ai 50 Euro, 80 circa se PlanAcromatico, sui 120 si trovano gli obiettivi alla Fluorite e poco di più, 180 quelli ApoCromatici. Infine i PlanApoCromatici chiudono il campionario con prezzi attorno ai 250 Euro, con punte di 400 ed oltre per i campioni di categoria, i "mostri" che tutti noi sogniamo.

Il costo costituisce quindi un ostacolo notevole, molte volte insormontabile, ma con alcune soluzioni, magari non proprio ortodosse, si possono risparmiare parecchi soldi e permetterci degli obiettivi che altrimenti difficilmente potremmo acquistare.

Naturalmente ho già dato per scontato l'acquisto di materiale usato, nessuno di noi può permettersi il lusso di andare dal rivenditore Zeiss ufficiale e acquistare un obiettivo nuovo, si mangerebbe alcuni mesi di stipendio !

L'acquisto dell'usato su eBay consente quindi delle riduzioni di prezzo da 1/3 ad 1/10 del costo originale, per contro ci espone a qualche rischio per colpa di venditori disonesti che rifilano obiettivi difettosi.

La protezione migliore è un minimo di attenzione nel valutare i feedback del venditore, guardare il motivo di eventuali note negative ricevute ed infine, pagare con PayPal. Non ci costa nulla, ma in questo modo avremo molta più forza nel richiedere la restituzione del denaro o la sostituzione della merce in caso di oggetto ricevuto difettoso.

Un altro fattore di risparmio è la "moda", che anche nel campo della microscopia rende rapidamente deprezzato uno strumento o un obiettivo, pur senza incidere minimamente sulla sua reale qualità.

## Immagine: Parfocale Allungamento



40,23 KB

Alcuni anni fa si utilizzavano obiettivi calcolati per microscopi con lunghezza di tubo di 170 mm, oppure con parfocale minore di quella attuale, i così detti obiettivi "corti". Il loro costo è oggi la metà del normale, essendo poco ricercati per presunti dubbi sulla loro compatibilità.

Questi dubbi sono infondati, vorrà dire che quando voi vi godete il vostro bellissimo Leitz PlanAPO 100x da 170mm, pagato solo 80 Euro, l'ingrandimento reale sarà di 94x ed allora, qual è il problema ?

Se vi capitasse uno dei magnifici obiettivi in 170 della Leitz, prendetelo al volo, costa poco ed è tra i migliori mai prodotti.

Stessa cosa per gli obiettivi con Parfocale minore di 45mm., vi sono delle bellissime serie ApoCromatiche della Zeiss Jena che costano pochissimo e sono ottime, così come alcuni degli obiettivi della LOMO, che hanno costi irrisori se rapportati alle prestazioni che possono fornire.

Ma anche certi obiettivi ApoCromatici molto vecchi possono riservarci delle sorprese, non è raro trovare degli ottimi APO ante guerra a costi molto bassi. Magari sarà bene osservarli prima con attenzione, perché oltre mezzo secolo di attività possono aver lasciato il segno, ma poi possono dare ancora risultati fantastici, pur al prezzo di un acromatico cinese di bassa qualità.

Stesso discorso vale per gli obiettivi moderni costruiti per lunghezze di tubo infinita: è vero che alcuni sono incompatibili per ragioni meccaniche, ma tantissimi funzionano senza il minimo problema anche sui microscopi normali. Piuttosto, se non l'avete ancora provato, fate l'acquisto con riserva, ma provatelo.

Io ho acquistato diversi ottimi obiettivi, tra cui un favoloso PlanApo con una apertura numerica di 1,4 a prezzo ridicolo, solo perché nessuno si azzardava a prendere un obiettivo calcolato per infinito.



**Immagine: serie di obiettivi Water immersion con parfocali diverse.  
LOMO APO 65x W**



I suggerimenti che ho dato non sono esattamente "canonici" anzi, vi ho spinto a trasgredire volontariamente le regole.

Certamente nel farlo commettiamo un errore, di sicuro quegli obiettivi non renderanno il loro massimo possibile, ma di sicuro ci consentono di usare delle ottiche con prestazioni che mai ci saremmo potuti permettere ed il tutto al prezzo di un misero acromatico.

*Il quiz.*

*Le affermazioni seguenti sono tutte vere, leggetele e commentatele con un bel "e chi se ne frega !"*

- A) Usare un obiettivo per tubo 170 su un microscopio con tubo 160, porta ad un errore di ingrandimento del 6% ed ad un leggero errore di parfocalità.*
- B) Un obiettivo per tubo infinito non renderà mai il massimo se montato su di un microscopio normale.*
- C) Un obiettivo usato ha prestazioni leggermente inferiori al suo omologo nuovo, fatte salve le tolleranze di costruzione.*
- D) Il raccordo per "allungare" la parfocale degli obiettivi "corti" costa ben 15 Euro.*

## **Provocazione #7: il Condensatore.**

Troppo spesso sottovalutato, al contrario la sua funzione è importante tanto quella dell'obiettivo.

Infatti, con l'obiettivo forma il binomio perfetto, l'uno deve alimentare di luce il secondo, in modo che questo ultimo possa ingrandire l'immagine al meglio e con la massima risoluzione possibile.

Se il condensatore non fornisce la giusta quantità di luce, immediatamente l'obiettivo si adegua, riducendo le sue prestazioni.

Tutti i condensatori sono caratterizzati da una apertura numerica che indica fino a che punto sono in grado di illuminare regolarmente gli obiettivi: se ho un obiettivo con apertura numerica 1,30 e lo illumino con un condensatore dall'apertura numerica di 0,90 il mio obiettivo si comporterà esattamente come fosse solo uno 0,90 di apertura.

Come gli obiettivi, anche nei condensatori, alcuni devono essere utilizzati a secco, altri immersi nell'olio: più esattamente, quelli con indice di apertura minore di 1 sono da utilizzare a secco, quelli con indice superiore vanno invece immersi mettendo una goccia di olio sintetico sopra al condensatore ed avvicinandolo poi al fondo del vetrino, fino alla adesione dell'olio.

E' importante ricordare che nessun condensatore può superare l'apertura di 1 senza essere immerso nell'apposito olio, e che, se abbiamo un condensatore con a.n. = 1,30 e lo usiamo senza l'olio, la sua apertura si riduce automaticamente a 0,90/0,95 come massimo.

Non è assolutamente necessario utilizzare sempre componenti dello stesso produttore, come per gli obiettivi, anche nei condensatori è comune utilizzare componenti di marche diverse, l'unico problema può essere di tipo meccanico se l'attacco non è compatibile.

In tali casi, non è infrequente vedere condensatori montati su microscopi diversi interponendo degli opportuni adattatori.

## Immagine: Condensatori Zeiss, ma con attacco Nikon



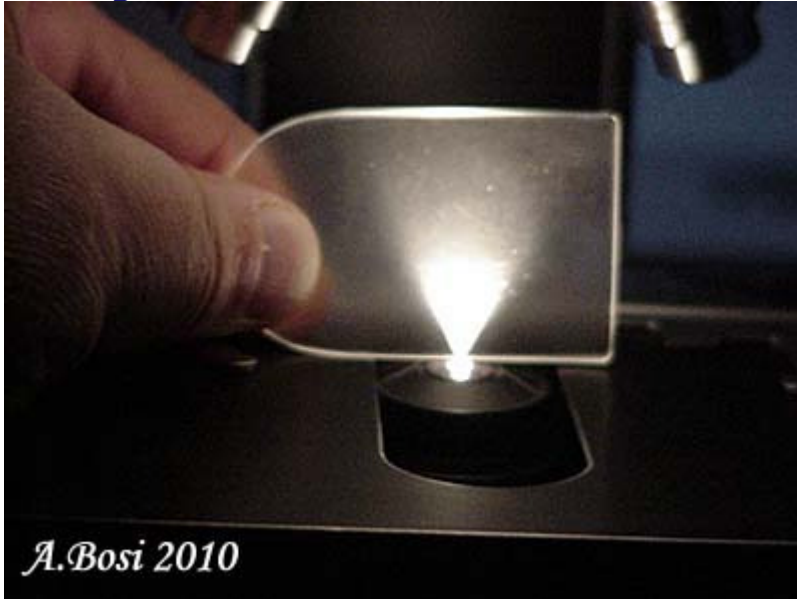
Ricordiamo inoltre che il condensatore, o meglio la sua corretta regolazione, è altamente responsabile del contrasto e della risoluzione che il nostro microscopio potrà esprimere.

La chiusura del diaframma o l'abbassamento del condensatore, portano ad aumentare il contrasto, ma a scapito della risoluzione.

L'aprire il diaframma e l'alzare il condensatore fino al massimo di Kohler, porta a massimizzare la risoluzione, ma a scapito del contrasto.

La regolazione migliore sarà quindi un compromesso, privilegiando più o meno l'uno o l'altro, ma tenete presente che l'occhio umano è molto più sensibile al contrasto piuttosto che alla risoluzione, tanto che, con contrasto troppo debole, qualunque immagine diventa invisibile, anche se la risoluzione fosse altissima.

**Immagine: cono di luce emesso dal condensatore.**



Visto che il condensatore ha il compito di fornire all'obiettivo la grande quantità di luce necessaria per le alte risoluzioni, è anche il mezzo per modificare in vari modi il fascio luminoso allo scopo di incrementare ancora di più sia il contrasto, sia la risoluzione, ma contemporaneamente.

Allo scopo si utilizzano delle tecniche che hanno in comune la modifica del fascio luminoso, cambiandone la geometria.

Nel contrasto di fase il fascio illuminante è sempre il normale cono rovesciato, ma è vuoto all'interno.

Nel campo oscuro è ancora un cono vuoto all'interno, ma l'angolo con cui esce gli impedisce di entrare direttamente nell'obiettivo: solo i raggi riflessi dal soggetto sotto esame potranno entrare e formare l'immagine.

Nella illuminazione obliqua il cono rovesciato è normalmente pieno, ma viene sezionato da uno schermo che noi poniamo sul percorso della luce: in questo modo il soggetto verrà illuminato da raggi luminosi orientati in una unica direzione e ciò creerà delle ombre marcate che renderanno maggiormente visibile il soggetto ed i suoi particolari.

Ma le tecniche per modificare il fascio luminoso sono tantissime e ciascuna, se ben sfruttata, può dare ottimi risultati e spesso, con costi irrisori.

*Il quiz.*

*Normalmente io non utilizzo mai obiettivi ad immersione ed i miei obiettivi hanno un indice di a.n. massimo di 0,90.*

*Il condensatore che ho già in dotazione, ha una apertura numerica di 1,25 ed io naturalmente lo uso a secco. Se volessi migliorare le prestazioni del mio microscopio, mi conviene:*



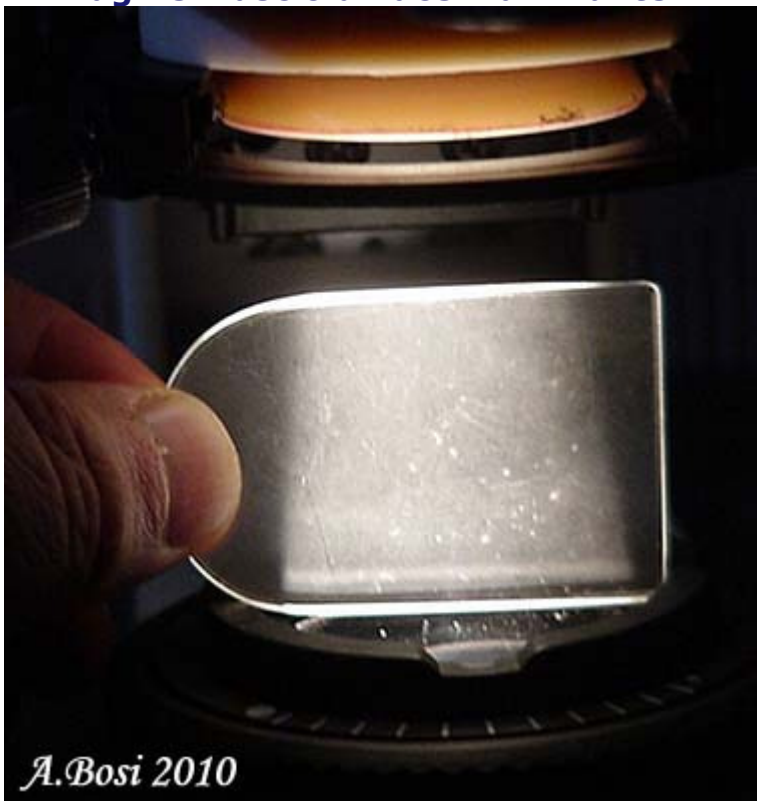
- A) Continuare così, senza altre modifiche, usando il condensatore a secco.  
B) Continuare così, ma immergere in olio il solo condensatore.  
C) Acquistare un condensatore a secco da 0,90 di a.n. massima, in sostituzione di quello da 1,25 di a.n.  
D) Se possibile, utilizzare delle tecniche di modifica del fascio luminoso per aumentare sia contrasto, sia risoluzione.

### **Provocazione #8: L'illuminazione**

Il primo problema riguarda la sorgente luminosa: normalmente è data da una lampada più o meno speciale (filamento puntiforme e molto compatto), ma sempre molto costosa e con stranissimi zoccoli per costringervi ad acquistarla sempre dallo stesso produttore del microscopio.

Attualmente si stanno usando molto le lampade alogene per la loro grande potenza e brillantezza ed iniziano a fare la loro comparsa anche sui microscopi commerciali i LED.

### **Immagine: Fascio di luce illuminante.**



Tantissimi stanno sostituendo le lampade dell'illuminazione con i LED di potenza, in genere formati da più giunzioni collegate assieme in serie o in parallelo, fino a raggiungere la potenza richiesta.

Costano poco, occorre solo un minimo di attenzione nell'alimentarli in quanto, al contrario delle lampade, devono essere regolati modificando la corrente e non la tensione.

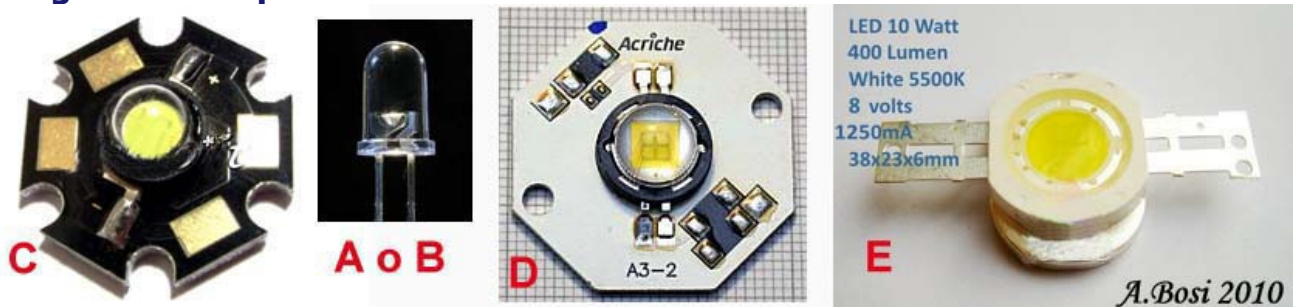
Ma proprio per questo motivo si raggiungerà molto presto il limite di convenienza, perché quelli "in parallelo" che hanno un alto rendimento, già ora hanno consumi di corrente molto elevati e non sopportabili dai normali alimentatori che si trovano in commercio.

In alternativa si possono acquistare LED di potenza con le giunzioni "in serie" che utilizzano tensioni e correnti ancora compatibili con i normali alimentatori, ma che purtroppo hanno rendimenti più bassi e sono molto più delicati: basta che si bruci una sola giunzione, la più debole, e l'intero LED diventa inutilizzabile.

Una informazione che non molti conoscono: i LED di potenza normalmente si alimentano in corrente continua, ma possono benissimo utilizzare anche la corrente alternata dei vecchi alimentatori per lampade, solo che talvolta si vede la luce "vibrare" debolmente a 50 Hz, problema non da tutti percepibile e, comunque, poco fastidioso.

Nella foto vedete vari tipi di LED, in particolare quelli di potenza "in serie" sono i tipi C ed E, mentre il tipo D è di quelli "in parallelo", ad alto rendimento.

### Immagine: vari tipi di LED



Un componente molto discusso e discutibile dell'illuminatore è il filtro in vetro smerigliato che rende più omogeneo il fascio luminoso. I microscopi più seri hanno questo componente rimovibile, in modo da poterlo togliere per avere il massimo contrasto o per allineare il fascio luminoso. Certo che la sua assenza fa risaltare qualsiasi difetto di illuminazione, specie la macchia centrale molto più luminosa data dall'immagine sfuocata del filamento (o del LED).

Oggi tutti i microscopi seri hanno la possibilità di regolare l'illuminazione secondo i principi di Kohler e già questo aiuta a rendere meno evidente la macchia luminosa centrale, ciò nonostante il vetro smerigliato viene ancora messo dai costruttori a garanzia di una illuminazione sempre omogenea, a dispetto di errori di allineamento, errori di progettazione, errori involontari

degli utenti, ecc.

Insomma il filtro smerigliato è una garanzia per il costruttore: toglietelo pure se volete, certamente la risoluzione aumenterà, ma attenti a risolvere eventuali difetti di illuminazione che dovessero insorgere.

Sul percorso luminoso vengono poi inseriti diversi filtri allo scopo di modificare le proprietà della luce trasmessa: filtro verde per migliorare la resa degli obiettivi più economici, filtro blu per migliorare la resa degli obiettivi ad altissime prestazioni, filtro infrarosso per eliminare le radiazioni calorifiche che abbagliano i sensori digitali, filtro polarizzatore, lamine ritardanti, ecc. ecc.

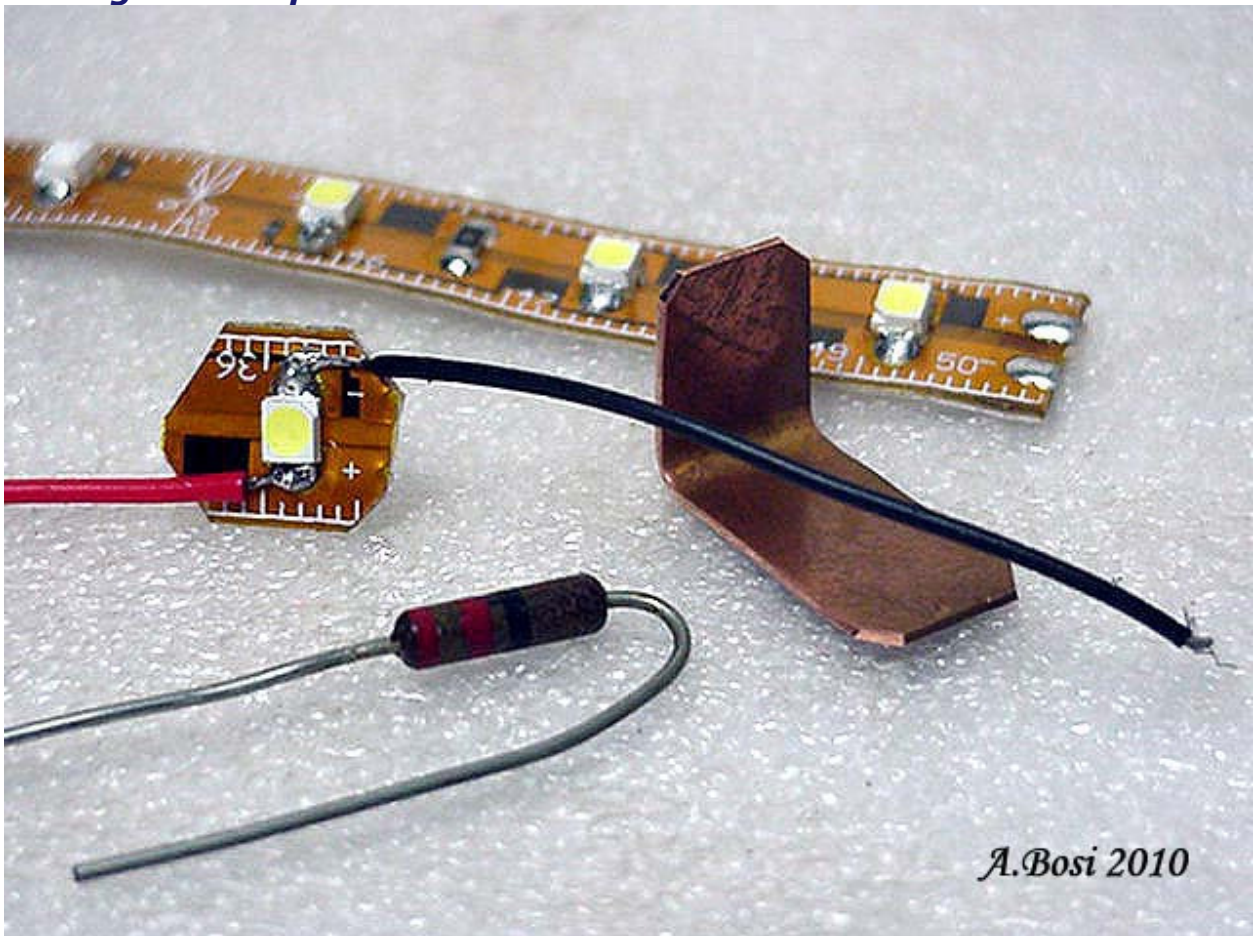
*Il quiz.*

*Trasformare l'illuminazione del nostro microscopio dalla attuale lampada 6V 20W, a LED, con il minimo di spesa e senza modificare nulla del microscopio, utilizzando solo una vecchia lampada bruciata.*

*Questa volta, per non annoiarvi, risolveremo il quiz assieme.*

*Andiamo in un negozio di elettronica ed acquistiamo una resistenza piccola da 22 Ohm ed una striscia di Led bianchi per decorazione. Questa ultima viene venduta a tratti di 3 led per volta, per noi sarà sufficiente anche un solo led. Da un ritaglio di lamierino di rame ricaviamo un pezzetto che piegheremo ad L. Ed ecco pronti tutti i nostri componenti.*

**Immagine: Componenti.**



*Prendiamo la lampadina bruciata e misuriamo la distanza dal bordo al filamento, poi rompiamo il bulbo in vetro e ripuliamo per bene lo zoccolo. Prendiamo la striscia dei LED e togliamo la calotta di plastica morbida che fa da lente, poi tagliamo e separiamo un solo LED. Saldiamo i due fili dell'alimentazione, poi togliamo la carta protettiva ed incolliamo il LED al lato più corto della squadretta ad L. Saldiamo ora il lato più lungo della squadretta al bordo dello zoccolo, facendo in modo che il LED sia alla stessa altezza del filamento, infine saldiamo i fili ai contatti dello zoccolo, interponendo in uno qualsiasi la resistenza da 22 Ohm. Finito !*

*Il microscopio è rimasto uguale, la lampada è stata sostituita con il nostro LED ed ora, regolando la tensione dal trasformatore, il LED si illuminerà in modo proporzionale, da spento, fino alla sua massima luminosità.*

### **Provocazione #9: I tabù della Microscopia.**

**I° Postulato: non esiste null'altro che Leitz, Nikon, Olympus e Zeiss.**

In realtà il loro vero pregio consiste nell'essere presenti in massa sul mercato dell'usato e quindi nell'essere facilmente reperibili sia come microscopi, sia come accessori. In questo senso, il primato della diffusione e della economicità spetta certamente alla Zeiss ed, in seconda battuta, alla Leitz.

Nulla toglie che vi siano prodotti inglesi, americani o russi di ottima fattura e buona qualità, rintracciabili a prezzi irrisori e perfetti per chi non ha grosse ambizioni di espansione e di accessori.

**I° Tabù: non utilizzare mai accessori di marca diversa.**

Per alcuni accessori è vero, specie se la diversità è meccanica. Altrimenti, non vi è alcun problema nel mescolare obiettivi di marca diversa: ad esempio, io utilizzo delle ottiche Zeiss, obiettivi, condensatore ed oculari, su di un corpo Nikon e mi trovo benissimo. Del resto i microscopi si sono ormai standardizzati ed il cercare il meglio all'interno di ogni marca è perfettamente lecito.

**II° Tabù: dopo l'uso, pulire sempre il microscopio.**

E' vero che la polvere e lo sporco rovinano il microscopio, ma spesso è molto più pericoloso l'intervento di pulizia che lo sporco in se. Pensateci bene prima di intervenire in qualsiasi modo, se sapete dove mettere le mani fate pure, altrimenti meglio tenere un po' di polvere che non ha mai fatto male a nessun microscopio, almeno finché non tentate di toglierla.



Tenete presente che le parti più pericolose sono gli oculari con il loro delicato trattamento anti riflesso, per cui usate pure la peretta in gomma che soffia aria asciutta, ma già siate cauti al livello successivo, l'abbondante alitata e pulizia con cartina ripiegata, ma se poi volete andare oltre, pensateci bene se proprio è indispensabile: spesso è meglio tenersi lo sporco !

### III° Tabù: l'olio per immersione va sempre rimosso.

Era vero quando si usava l'olio di cedro diluito con solventi, in quanto i solventi poi evaporavano e l'olio si induriva in una patina che offuscava l'obiettivo. Ma ormai oggi tutti utilizzano oli sintetici, senza solventi volatili e che restano perfettamente liquidi per dei mesi.

Pertanto, se l'olio non lo userete più per molto tempo, pulite pure, ma se lo usate spesso, molto meglio lasciare l'olio sugli obiettivi e sul condensatore, fate molti meno danni che usare un solvente per rimuoverlo. Eventualmente, utilizzate solo una pezzuola di carta o cotone per togliere l'eccesso, anche perché è proprio quando l'olio viene disciolto nel solvente il momento più pericoloso, è proprio allora che la miscela diluita penetra più facilmente all'interno dell'obiettivo ed allora si che sono cavoli amari !

### IV° Tabù: gli obiettivi per infinito sono migliori dei normali.

E per quale arcano motivo dovrebbero essere migliori ? Non hanno nulla di particolare rispetto ai normali, salvo la mancanza di una lente, ma che esiste ugualmente ed è semplicemente posta in un altro punto del microscopio e non dentro l'obiettivo. Gli obiettivi per infinito non hanno nulla che li renda migliori, oltre tutto non sono neppure una gran novità, visto che vengono costruiti, con alterne fortune, già da oltre un secolo. Ed allora perché i fabbricanti li magnificano tanto ?

Perché per loro hanno un innegabile vantaggio, quello di poter interporre accessori vari sul percorso ottico, senza preoccuparsi della diversa lunghezza del tubo. Per loro tante preoccupazioni in meno, anzi la possibilità di ritornare al Far West dell'anarchia, quando ciascun produttore faceva diversi i propri accessori, in modo da legare a sé il cliente.

C'è voluto oltre un secolo per standardizzare gli obiettivi dei microscopi, pertanto questa, per loro, è l'ultima occasione per forzare i clienti ad acquistare solo Nikon, o solo Olympus, ecc. ecc.

### V° Tabù: i Coloranti ed i Reagenti sono carissimi ed introvabili.

Molto probabilmente ne avete diversi già in casa, in cucina o dentro la vostra cassetta di pronto soccorso ed, in ogni caso, potete facilmente procurarveli in una qualsiasi farmacia.

Blu di metilene: classico colorante del nucleo delle cellule, lo trovate come disinfettante nei negozi di acquari e lo usate così, oppure lo trovate come polvere in farmacia da diluire all'uno per cento.

Fuxina fenica: colorante del citoplasma cellulare, reperibile in farmacia come disinfettante fungicida e da usare tal quale.

Eosina: utilizzato come disinfettante, è un ottimo colorante citoplasmatico, da usarsi tal quale se in versione disinfettante, altrimenti se puro lo si diluisce al 1%

Tintura di Jodio: celebre disinfettante, ma utilissimo anche in microscopia per mettere in evidenza qualsiasi riserva di amido che risulterà fortemente colorata in viola.

Acido Muriatico: soluzione di HCl utilizzata come detersivo/decalcificante nei lavori domestici, ma utilissima anche nella preparazione delle cellule per essere poi colorate o disgregate.

Varechina: usata in microscopia per la disgregazione della sostanza organica, lasciando intatta solo la struttura silicea, vedi la preparazione delle diatomee, ecc. ecc.

**II° Postulato: in Ottica spesso un errore sembra compensato da un altro errore, ma resta pur sempre un errore !**

Questo concetto lo abbiamo già incontrato diverse volte, in particolare abbiamo anche detto che l'uso del microscopio è spesso un compromesso di errori che facciamo o per comodità o per pigrizia. Se il risultato ci soddisfa comunque, nulla di male. Il problema si pone invece quando non siamo contenti dei risultati, allora dobbiamo aprire la caccia agli errori, identificare i più gravi e cercare le relative soluzioni.

**III° Postulato: in Ottica quasi mai il Massimo è meglio del Giusto.**

Nonostante quello che molti pensano, l'Ottica è una scienza esatta, per cui anche l'eccesso ci crea dei problemi. La macchina fotografica con il super obiettivo sarà anche ottima per fotografare la morosa, ma se la dobbiamo accoppiare ad un microscopio ci darà sicuramente dei problemi per la profondità della pupilla e per le sue dimensioni, problemi che una normalissima e modesta compatta non ci creerebbe.

Ancora, l'usare un condensatore ad elevata apertura numerica quando non ci serve, vuol dire utilizzare un'ottica calcolata ed ottimizzata per essere impiegata in immersione omogenea, in un modo anomalo e quindi con un rendimento inferiore a quello di un normale condensatore a secco.

Purtroppo l'Ottica non può fare i miracoli, se ottimizza un condensatore per lavorare immerso, non può ottimizzarlo anche per lavorare a secco !

*Con questo terminano le mie provocazioni, spero di avervi almeno incuriosito e, soprattutto, di avervi portato a discutere ed a cercare delle risposte.*

*Ho esposto dei concetti di ottica in modo anche troppo semplicistico e superficiale. Me ne dispiace, ma sono convinto che è meglio dare delle informazioni incomplete, piuttosto che non darle per nulla o non essere compreso.*

*Ho cercato di esprimere dei concetti piuttosto complessi in modo forse non molto serio e pertanto non me ne vogliano i puristi dell'Ottica, ma così facendo forse chi leggeva queste note ha resistito qualche minuto in più, prima di cadere a terra addormentato.*

*Infine, un ringraziamento doveroso va al prof. Sini che, poveretto, da troppo tempo cerca di cacciarmi in testa qualche nozione di Ottica, nella vana speranza di illuminare una mente ormai già compromessa dall'età e dall'inedia.*

**Immagine: da sinistra io, Carboni, Sini, Ricci.**



*Spero con questo che qualcuno di voi si sia incuriosito e voglia capire qualche cosina in più: sarebbe per me meraviglioso e certamente sono a disposizione di chiunque per chiarimenti ed ulteriori spiegazioni.*

*Cordiali saluti  
Enotria*