

## ANTICHE LENTI

Luciano Pederzoli

Marzo 2000

Per l'aggiornamento professionale leggo abitualmente una rivista in lingua inglese, intitolata OPTO & LASER EUROPE, la quale, come si evince dal titolo, tratta temi riguardanti l'optoelettronica (tutti i dispositivi che trasformano luce in elettricità o modificano i segnali luminosi mediante segnali elettrici, ovvero eseguono le operazioni opposte), nonché le applicazioni tecniche e tecnologiche dell'ottica in genere e del laser in particolare. Ultimamente, nell'arco di un anno, su questa rivista sono apparse tre notizie, tutte corredate di riferimenti e due anche di foto, che hanno attirato la mia attenzione, perché riguardano lenti realizzate in periodi storici in cui, ufficialmente, la capacità di costruirle non era ancora stata acquisita.

Per meglio comprendere quanto segue è bene ricordare che le tradizionali lenti sferiche "semplici" (non composte, quindi, da due o più lenti accoppiate) sono tutte formate da due superfici, ambedue di forma sferica, oppure una sferica ed una piana, e si chiamano "positive" se hanno il centro più spesso dei bordi e "negative" nel caso contrario. Esse vengono definite in base alla forma della coppia di superfici che le compongono, che possono essere di tre tipi: piana, oppure convessa (come una cupola), cioè con il centro sporgente rispetto alla periferia, ovvero concava (come una tazza), cioè con i bordi rilevati rispetto al centro. Di conseguenza lenti piano-convexe o biconvesse sono positive e questo significa che si possono utilizzare per l'ingrandimento.

Le lenti possono essere di spessore piccolo (lenti sottili), oppure grande (lenti spesse); le lenti sottili sono quelle che più si avvicinano al caso ideale, mentre quelle spesse richiedono una progettazione ottica più complicata.

Le lenti semplici "asferiche" non cilindriche possiedono almeno una delle due superfici con forma non sferica, cioè non formata dalla rotazione nello spazio di un cerchio, bensì di una parabola, un'iperbole, un'ellisse o qualche altra curva ancor più complicata. Le lenti asferiche sono più difficili da progettare e, soprattutto, molto più ostiche da realizzare, ma possono consentire di ottenere, con un solo pezzo, risultati pratici equivalenti a quelli forniti da più lenti sferiche accoppiate o da interi sistemi di lenti.

In alcuni casi ancora più complicati, come quello degli occhiali da presbite cosiddetti "multifocali", si può addirittura realizzare ciò che nessuna ottica sferica può dare: lenti che, nella loro parte superiore, fanno veder bene da lontano ed in quella inferiore da vicino, con un passaggio graduale attraverso le posizioni intermedie.

Fatte, in estrema sintesi e semplificando al massimo, tutte queste premesse, ecco il contenuto degli articoli.

Il primo di essi è apparso, senza firma, sul numero di agosto 1998 della suddetta rivista, con il titolo "*Oldest 'lens' is on show*". Esso descrive una lente di origine assira, che viene definita "la più antica lente conosciuta". Si tratta di un pezzo ovale di quarzo, trovato nel 1850 a Nimrud, nell'attuale Iraq, ed in mostra nel British Museum, come parte dell'esposizione di oggetti provenienti da Ninive e da Nimrud.

La lente, piano-convessa e di forma ovale, misura 41 x 31 x 6 mm ed ha una lunghezza focale di 114 mm. Poco dopo la sua scoperta, sulla sua utilizzazione fece alcune ipotesi il "Journal of the Royal Microscopical Society", ma adesso Giovanni Pettinato, dell'Università di Roma, sostiene non solo che gli Assiri possedevano conoscenze di astronomia, ma suggerisce anche che la lente mette in evidenza la loro comprensione del telescopio più di

3000 anni fa. L'articolo si conclude dicendo che non tutti sono convinti della correttezza di questa tesi e riporta testualmente il parere di Christopher Walker, del British Museum:

*"Non si può dire se si tratti di qualcosa di diverso da un semplice ornamento. Gli Assiri potrebbero avere scoperto che il cristallo di rocca ingrandiva, ma se l'abbiano trovato utile o no è tutta un'altra faccenda."*

Il secondo articolo, più particolareggiato, firmato Oliver Graydon ed intitolato *"Medieval lenses exhibit modern performances"*, è apparso nel numero di settembre 1998 e tratta di lenti ritrovate nell'isola di Gotland, in Svezia, in un sito vichingo risalente all'undicesimo o dodicesimo secolo dopo Cristo e conservate in un museo. Composte da cristallo di rocca, esse sono di forma asferica ottimizzata, tanto da fornire, secondo scienziati tedeschi, prestazioni equivalenti a quelle progettate secondo i criteri più moderni. Viene riportato il parere di Olaf Schmidt, dell'Università di Scienze Applicate di Aalen, secondo cui:

*"Alla luce di questi risultati dobbiamo rivedere le nostre convinzioni riguardo alle conoscenze di ottica nel Medio Evo. Sembra che la progettazione di lenti di forma ellittica sia stata scoperta molto prima di quanto pensassimo. In seguito tale conoscenza si è perduta per quasi un millennio."*

Si precisa, poi, che Karl-Heinz Wilms, uno scienziato in pensione ex dipendente della ditta Rodenstock, fu il primo a mostrare, in un museo di Monaco di Baviera, l'impressionante capacità di formare immagini posseduta da una di tali lenti. Egli in seguito contattò il sunnominato Olaf Schmidt e Bernd Lingelbach, dell'Istituto di Ottica Oftalmica, perché esaminassero tale lente ed altre simili, che erano in mostra in un museo di Visby, in Svezia, ed erano state utilizzate (come lenti d'ingrandimento) in gioielleria.

La suddetta lente è composta, come già precisato, da cristallo di rocca, ha un diametro di 50 mm ed è spessa, al centro, circa 30 mm (vedere figure 1 e 2).

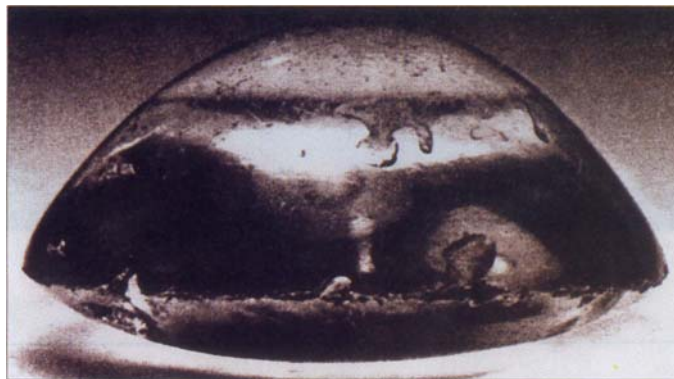


Fig. 1

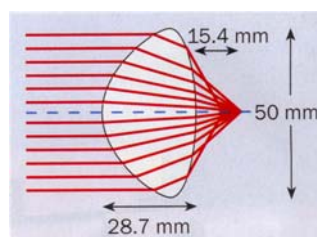


Fig. 2

Schmidt sostiene che la simmetria delle lenti suggerisce che siano state lavorate al tornio e le zone piatte sui poli indicano che queste sono state realizzate con la stessa tecnica, pertanto ambedue le caratteristiche possono avere un'origine comune.

Secondo lui le lenti potrebbero essere state realizzate in qualche parte dell'Europa orientale ed essere state utilizzate per cauterizzare le ferite, accendere il fuoco e come lenti d'ingrandimento per artigiani. La squadra di analisti tedeschi ha misurato ciascuna lente proiettando il suo profilo su di uno schermo e sovrapponendole una griglia di quadrati, poi fotografando l'immagine così ottenuta. Il modello tridimensionale della forma della superficie della lente (fig. 3) ha mostrato che essa si avvicina molto a quella di un ellissoide (la superficie ottenuta facendo ruotare un'ellisse nello spazio); la qualità dell'immagine è almeno pari a quella delle ottiche moderne.

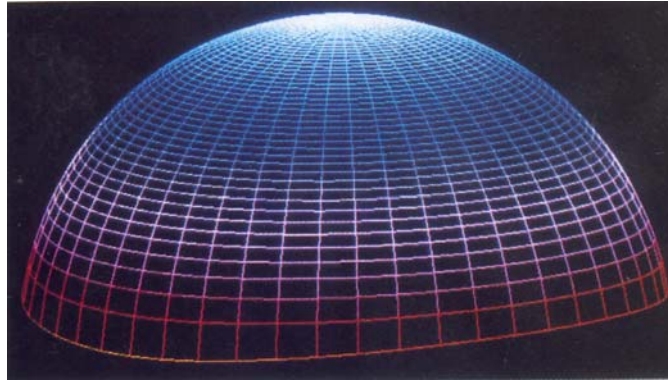


Fig. 3

Secondo Schmidt:

*"La progettazione asferica della lente è inconsueta, se si considera che essa fu realizzata circa 1000 anni fa e che, a quel tempo, gli scienziati avevano appena iniziato ad esplorare le leggi della rifrazione della luce. L'ottimizzazione fu ottenuta dagli artigiani molto tempo prima che i matematici fossero capaci di descrivere la forma e le proprietà delle lenti prive di aberrazioni. Pare che tale conoscenza sia andata perduta per almeno 500 anni, finché Cartesio non calcolò la forma ideale di una lente capace di messa a fuoco. Non possedendo le attrezzature necessarie, egli non fu, però, in grado di produrla. Lenti asferiche per occhiali non furono realizzate fino a dopo il 1950."*

Il terzo ed ultimo articolo, dello stesso autore, è stato pubblicato sul numero di luglio 1999, con il titolo: *"Ancient Egyptian optics astonishes lens designers"* e tratta di due statue di uomo egizie (una delle quali è ritratta, in due posizioni diverse, nelle figure 4 e 5), i cui occhi hanno le pupille che sembrano seguire chi si muove davanti alla statua stessa.

Nell'articolo si dice che Jay Enoch, della Scuola di Optometria dell'Università di California, a Berkeley, è riuscito a creare il modello dell'effetto di inseguimento dell'osservatore, mostrato dagli occhi delle statue definite "Ka", in mostra nel museo del Cairo e nel museo del Louvre a Parigi. Esse furono realizzate durante la quinta dinastia (nel periodo compreso tra il 2620 ed il 2400 avanti Cristo), per rappresentare l'immortalità dell'anima di una persona dopo la sua morte. Jay Enoch dice che gli occhi sono stati ricavati da cristallo di rocca di alta qualità e sono stati lavorati e scavati fino ad assumere una forma sofisticata. La parte anteriore della lente ha forma convessa ed è stata lucidata, mentre la parte posteriore è piatta, se si esclude una superficie ad elevata concavità, situata al centro della pupilla. È proprio la particolare forma delle superfici ad essere responsabile dell'effetto di movimento apparente dell'occhio. Si tratta di una lente multipla complessa, dotata di proprietà ottiche veramente uniche.

La struttura di tali occhi indica una avanzata comprensione dell'anatomia oculare ed una sofisticata conoscenza dell'ottica, sorprendente per quell'epoca (4600 anni fa).

Jay Enoch non è a conoscenza di alcuna lente attuale che possieda le stesse proprietà.

Fig. 4



Fig. 5



Per far sembrare vero l'occhio, gli egizi sistemarono dietro la lente un pezzo di marmo bianco e su di esso dipinsero delle sottili vene rosse. Le palpebre e la parte posteriore dell'occhio (*l'iride?*) furono realizzati con pezzi di sottile lastra di rame incurvata. Per Jay Enoch il problema principale è rappresentato da come e dove gli occhi furono realizzati. Di tutto ciò egli parlerà nell'agosto 1999 a San Francisco, durante la riunione della Commissione Internazionale di Ottica (ICO).

Dall'esame degli articoli nascono spontanei alcuni commenti e diverse domande: eccoli. Benché abbia notato ed archiviato il primo articolo, sul momento l'ho considerato soltanto una notizia interessante, perché non mi pareva particolarmente approfondito e, per di più, trattava un argomento riguardo al quale avevo già letto diversi accenni (lo stesso Zecharia Sitchin sostiene che i Sumeri, che precedettero gli Assiri, conoscevano il telescopio, o cannocchiale che dir si voglia). Da quanto pubblicato non si comprende, infatti, quale sia lo stato di conservazione della lente assira e neppure quale sia il suo livello tecnologico, cioè se la sua superficie convessa sia sferica od asferica. Essa viene descritta come ovale e questo fa pensare che sia caratterizzata da un raggio di curvatura continuamente variabile, ovvero da una superficie asferica cilindrica (ad esempio da una combinazione di una componente sferica con una componente cilindrica, come le lenti utilizzate per correggere l'astigmatismo), ma ciò escluderebbe la possibilità di una sola lunghezza focale. La forma approssimativamente ovale potrebbe tuttavia essere frutto di due operazioni di molatura laterale, eseguite per ricavare due piani paralleli, sui due bordi opposti della lente, per facilitarne l'impugnatura nel caso in cui fosse destinata all'uso come lente d'ingrandimento. Una ulteriore possibilità è che la forma sia approssimativamente ovale e sia frutto di scheggiature casuali del bordo di una lente sferica piano-convessa. In ogni caso la mancanza di una fotografia non consente di farsi un'idea esatta del reperto. Si può solamente dedurre che si tratta di una lente sottile positiva. Parrebbe solo uno dei tanti seri indizi che, nei campi più disparati, rendono sempre più verosimile l'ipotesi che, nell'antichità, le conoscenze scientifiche fossero molto superiori a quelle che noi siamo ufficialmente disposti a riconoscere. Per inciso appare piuttosto ingenua l'obiezione secondo la quale gli Assiri avrebbero notato la capacità di ingrandimento che caratterizza quell'oggetto, senza tuttavia intravederne alcuna applicazione pratica. Ciò è incredibile se si tiene conto, quanto meno, dell'importanza attribuita in tutta la Mesopotamia, fin dai tempi più antichi, sia all'oreficeria sia all'incisione di pietre dure per i sigilli da portare al dito, che rappresentavano l'equivalente di un documento d'identità del loro proprietario e servivano per imprimere la sua "firma" dovunque fosse necessario garantirne una inequivocabile identificazione.

Il secondo articolo, pubblicato appena un mese dopo il primo, è assai meglio documentato, poiché riporta la fotografia di una lente e quella del suo modello tridimensionale realizzato al computer, un disegno dei cammini ottici, nonché l'ubicazione del museo presso il quale sono conservate alcune di tali lenti (anche se non specifica quante) e l'identità di coloro che hanno effettuato studi su almeno una di esse.

Questa volta si tratta di lenti spesse positive asferiche, quindi di manufatti sofisticati. Sommate alla lente assira, formano due seri indizi convergenti, molto convincenti.

Il terzo articolo, pubblicato quasi un anno dopo il primo e ben documentato come il secondo, poiché riporta due fotografie assai significative ed identifica non solo i musei presso i quali le statue sono conservate, ma anche colui che ha studiato le proprietà dei loro occhi, vale ben più di un generico terzo indizio convergente e mi ha spinto a scrivere questo articolo per segnalare quello che rappresenta un vero e proprio "caso" archeologico, da approfondire con ulteriori studi ed analisi. Trattandosi di statue risalenti a 4600 anni fa, è impressionante la qualità ed il grado di sofisticazione delle lenti che costituiscono la parte anteriore dei bulbi oculari. Tali caratteristiche sono ambedue senz'altro comparabili con quelle delle lenti vichinghe e non possono essere conseguite senza un'attenta e meticolosa analisi delle proprietà delle superfici ottiche e della rifrazione della luce: è altamente improbabile che chi ha studiato con tale attenzione le suddette proprietà non si sia accorto che le lenti piano-convesse ingrandiscono e non abbia pensato ad utilizzarle almeno come lenti d'ingrandimento, se non ad accoppiarle per conseguire nuove e maggiori prestazioni.

Si potrebbe pensare a tre casi di falso ben orchestrati, tuttavia il ritrovamento delle lenti assire ed egizie risale sicuramente a prima del 1900, data che precede ampiamente quella della realizzazione ufficiale delle prime lenti asferiche dotate di caratteristiche comparabili con quelle in esame. Poiché si sa che sono state utilizzate come lenti d'ingrandimento nelle gioiellerie, è sensato dedurre che anche le lenti vichinghe siano state scoperte in epoca precedente, comunque non dovrebbe essere difficile scoprirne la data di ritrovamento, così da esserne certi. Se tutti e tre i casi fossero antecedenti rispetto alla data in questione, tutte le lenti sarebbero autentiche, a meno che qualche facoltoso buontempone, amante dei viaggi ed in possesso di conoscenze adeguate e tecnologia in anticipo di un centinaio d'anni rispetto a quella ufficiale, non si fosse divertito a realizzare tutti gli esemplari (non pochi, per la verità, e di tre tipi diversi), per occultarli poi, accuratamente, in siti opportunamente prescelti della Mesopotamia, dell'Egitto e della Svezia: ovviamente si tratta di un'ipotesi al limite dell'assurdo.

Mentre gli altri due casi non paiono consentire una datazione diretta, l'epoca di costruzione degli occhi delle statue egizie può forse essere stabilita utilizzando tecniche di datazione al radiocarbonio o equivalenti., applicate all'eventuale collante utilizzato per fissare il cristallo di rocca, oppure a tracce di coloranti organici eventualmente presenti sulla parte posteriore dei cristalli stessi: in tal modo si eliminerebbe ogni dubbio sulla data di applicazione degli occhi alla statua.

Si deve prendere tuttavia in considerazione anche l'ipotesi che la datazione di alcune lenti sia errata per difetto, poiché i reperti del sito vichingo e di quello assiro potrebbero essere stati realizzati molto tempo prima di quanto si pensi. Pur essendo le lenti egizie perfettamente integrate nei visi di cui fanno parte, è infine teoricamente possibile, per quanto assai improbabile, che due statue siano state realizzate in funzione di esse, utilizzando occhi di origine più antica e, per così dire, "di recupero".

È interessante notare che tutte le lenti sono composte dal medesimo materiale, cioè cristallo di rocca perfettamente trasparente, che è non è altro se non quarzo puro, privo di difetti e di inclusioni. Per inciso, sarebbe particolarmente interessante sottoporre ad analisi

il quarzo di cui sono costituiti i vari manufatti, per sapere se ha, oppure no, la medesima provenienza. Quest'ultima eventualità risulterebbe estremamente significativa, perché renderebbe più credibile anche l'ipotesi di un solo eventuale produttore di tutti i manufatti. Il cristallo di rocca si adatta bene alla costruzione di lenti ed è relativamente abbondante in natura, ma non è molto facile da reperire, soprattutto in blocchi relativamente grandi, perfettamente puri e privi di difetti, quindi sembra adattarsi male ad una eventuale produzione di serie. Inoltre non possiede un indice di rifrazione particolarmente alto, il che implica la necessità di spessori delle lenti superiori a quelli che si avrebbero con vetri ad alto indice di rifrazione.

Questo induce a pensare che i costruttori delle lenti disponessero di una conoscenza approfondita delle leggi dell'ottica, ma non fossero in grado di padroneggiare la tecnologia necessaria per realizzare vetri ottici ad alto indice di rifrazione, oppure dovessero produrre soltanto un numero di pezzi talmente ridotto da giustificare l'utilizzazione di un materiale pregiato, ma già disponibile allo stato naturale e tale da non richiedere particolari sforzi ed attrezzature per la sua produzione, a meno che non fossero interessati alla proprietà del quarzo di estendere la propria trasparenza, oltre lo spettro visibile, verso l'ultravioletto, ipotesi che sembra di poter escludere almeno nel caso delle statue egizie, che ne fanno un uso esclusivamente estetico.

I reperti provengono tutti da aree perfettamente conosciute, nelle quali, negli ultimi 5000 anni, la cultura si è propagata soltanto tra relativamente pochi eletti, tramite opere sicuramente scritte esclusivamente a mano, se si escludono, naturalmente, gli ultimi secoli, da quando, cioè, la stampa ha iniziato a diffondersi in Europa, rendendo disponibile a molti ciò che prima era riservato soltanto a pochi. Questi ultimi potevano possedere opere antichissime, addirittura tramandate in esemplare unico, oppure più recenti, ma scritte a mano in poche copie e riportanti conoscenze approfondite di ottica: è praticamente certo che la loro conoscenza, tenendo conto di quanto sopra esposto, esisteva ed era profonda e sofisticata, ma non basta conoscere le leggi dell'ottica per costruire delle lenti, come insegna il caso di Cartesio, occorre possedere anche attrezzature per la realizzazione e per la misurazione dei manufatti finiti od in corso di realizzazione.

Quale fine hanno fatto quelle attrezzature?

E dov'è finita la tecnologia che ha prodotto quel tornio così preciso da consentire la sgrossatura delle lenti vichinghe e forse anche la loro finitura?

Se non sono state ancora ritrovate significa che, qualunque fosse la loro origine, non dovevano essere molto diffuse, anzi, probabilmente ne esistevano pochissimi esemplari, così come dovevano essere assai pochi gli individui in possesso delle cognizioni necessarie per utilizzarle correttamente.

Concludendo, mi auguro che questi tre casi vengano approfonditi, eventualmente arricchiti con nuove segnalazioni, ma, soprattutto, non servano solamente, come suggerisce nella parte iniziale il terzo articolo, parlando delle pupille che seguono l'osservatore, a fornire una buona idea ai produttori di gadget pubblicitari.