

## ESTUDI D'UNS MICROSCOPIS ANTICS DE LA REIAL ACADÈMIA DE CIÈNCIES I ARTS DE BARCELONA

**Lluís Vallmitjana Rovira; Santiago Vallmitjana Rico**

Acadèmic Numerari de la Reial Acadèmia de Ciències i Arts de Barcelona; Laboratori d'Òptica, dept. Física Aplicada i Òptica, Universitat Barcelona

*Paraules Clau: Història de la Microscòpia, òptica.*

A study of antique microscopes belonging to the Reial Acadèmia de Ciències i Arts de Barcelona

*Summary: The study of microscopy and its technological development makes it possible to appreciate the possibilities and limitations of scientific research at any particular time. Having two 18th century microscopes in the Royal Academy of Science and Arts in Barcelona at our disposal has given us the wonderful opportunity to evaluate in detail the difficulties experienced by naturalists of those eras. The paper includes a description of the microscopes and a study of their history, dates and origin. By means of different measuring techniques the characteristics of the optical components were deduced and an analysis of the optical parameters was carried out, thereby allowing the missing parts to be replaced. The study concludes with tests to assess the image quality.*

*Key Words : History of Microscopy, optics.*

### 1. Introducció

En la recerca de la Història de la Ciència i de la Tècnica, el fet de conèixer en profunditat els límits que la tecnologia de cada època imposa als investigadors, aporta una informació complementària de gran utilitat. La indiscutible importància del microscopi en el camp de les ciències naturals fa que l'estudi del seu desenvolupament tecnològic permeti apreciar les possibilitats de la recerca en cada període de temps considerat. La gran oportunitat que hem tingut en tenir al nostre abast dos microscopis del segle XVIII i un altre del XIX, ens ha permès valorar d'una manera rigorosa les dificultats que han trobat els científics naturalistes en temps passats.

L'estudi se centra en els dos microscopis més antics que actualment estan en una vitrina de la Sala de Juntes de la Reial Acadèmia de Ciències i Arts de Barcelona. Al treball hi ha una descripció dels microscopis i una recerca sobre la datació i procedència. Mitjançant diverses tècniques de mesura s'han analitzat i caracteritzat els elements òptics. Com que en

cada microscopi hi manca una lent, es fa un estudi per deduir els paràmetres òptics que tindrien, cosa que ha permès de reposar-los. S'ha realitzat un càlcul de les aberracions òptiques mitjançant un programa informàtic, i finalment es conclou amb unes proves d'observació per tal d'avaluar la qualitat de la imatge observada.

## 2. Origen i datació

L'estudi de la procedència s'ha fet bàsicament gràcies a la documentació i els arxius de la Biblioteca de l'Acadèmia, mentre que per a la datació de l'origen també s'ha fet ús d'altres fonts bibliogràfiques i consultes.

La consulta de dos llibres, (Balari, 1895) i (Iglesias, 1964) ha estat de gran ajuda per a la recerca relativa a l'origen, per diferents al·lusions que anirem mostrant. L'arribada dels dos microscopis està completament lligada als inicis de l'Acadèmia, concretament a la fundació de la Reial Conferència Físico-Matemàtica-Experimental l'any 1764.

No sembla probable que existissin abans de la Conferència ja que en les dues memòries es parla de la patent necessitat de màquines, instruments i com aconseguir-les, concretada en una carta que contesta un investigador conegut des de Marsella el març del 1764 dient que el lloc més adient per comprar instruments científics era Holanda i que a França «*fuera de París no las hallarán*». També comenten sovint (Iglesias, 1964) que s'ha d'encarregar a artesans locals la construcció de màquines citades i dibuixades en el llibre de consulta (Van Musschenbrock, 1751) que aparentment era l'obra referent més moderna i detallada de l'època.

Sembla probable que els dos microscopis s'adquirissin entre 1766 i 1770 per les següents citacions: «*...facturas examinadas del periodo de la Conferencia... un microscopio, ...páguense 30 libras por el importe de un microscopio*» amb data del 31-12-1766 (Iglesias, 1964). Buscant en els arxius de la biblioteca hem trobat l'esmentat llibre de comptabilitat amb un registre de 30 lliures en aquesta mateixa data parla d'un «*...recibo n?5: Pagadas a Jph Castellnovo*». També hem vist que anteriorment a l'abril del 1766 hi ha «*un asiento*» de 1 lliure i 8 sous per «*al carpintero por la tabla y encerado del microscopio*». Desgraciadament no hem trobat el rebut núm. 5. També podem citar «*...de los recibos examinados entre 1769 y 70 ...adquirió una máquina hidrostática y un nuevo microscopio*» (Iglesias, 1964).

També és possible que fossin encarregats i fabricats per un virtuós mecànic i artesà, J. González Figueras, que va fer nombrosos instruments. Concretament se cita «*...fabricó microscopios solares...*» (Balari, 1895), (Iglesias, 1964), però no és el cas ja que els subjectes d'estudi no són microscopis solars.

Inicialment també veiem la possibilitat d'haver estat entre diversos instruments i col·leccions d'Història Natural, cedits com a donatiu del Colegio de Calatayud el 1774 (Balari, 1895), però hem examinat l'arxiu corresponent i no se cita cap microscopi.

En qualsevol cas, és important destacar que en la memòria d'Iglesias apareix una fotografia dels dos microscopis i se cita explícitament «*...microscopios de finales del siglo XVIII propiedad de la Real Academia de Ciencias y Artes. Altura de los instrumentos: 36 y 20 cm respectivamente*».

La primera referència documental concreta que hem vist és un inventari del Curs Acadèmic 1863-64, que cita entre el material òptic «*...dos \_\_\_\_\_ compuestos inservibles*». És ben possible que qui va escriure tingués dubtes sobre el nom i va deixar l'espai en blanc,

també és fàcil deduir que ja mancaven les lents. Afortunadament se salven d'ésser destruïts l'any 1887 en què es crea una comissió de tres acadèmics per tal de elaborar una llista de tot el material susceptible d'ésser reparat i es fa neteja del que és considerat inútil. En l'informe que redacten se citen «...dos pésimos y desvencijados microscopios compuestos de objetivo simple, faltando a uno de ellos la lente objetiva y al otro la ocular...»

Una referència encara més precisa és un inventari amb data de 1894, explicitant tot el material corresponent a l'antic *Gabinete* del 1888. La descripció és exacta, amb mesures i amb menció de les lents que manquen.

Comparant els microscopis amb les descripcions bibliogràfiques (Van Musschenbrock, 1751), (Bradbury, 1967 i 1968), (Turner, 1980), el microscopi A correspon a un tipus que recorda als fabricats per J. Marshall (1663-1725), o bé podria tractar-se d'una còpia inspirada en un dels models. El microscopi B pot ésser considerat de l'estil dels fabricats per Culpeper (els models més representatius daten entre 1730 i 1740) o anàlogament, d'una còpia. L'hipòtesi que fosin còpies és força probable ja que segons la bibliografia (Turner, 1980), els bons microscopis de l'època tenien sempre marques (dibuixos tipus filigrana) que identificaven el fabricant.

Hem consultat amb el Professor G. l'E. Turner, editor de la revista *Annals of Science* i autoritat en el camp de la història de la Ciència i concretament en la microscòpia. Va contestar dient que probablement eren fabricats a París, a mitjan segle XVIII.

Com a resum de tot el que s'ha exposat, podem situar la data de fabricació dels microscopis entre 1740 a 1765, construïts possiblement a França per artesans desconeguts, inspirat el primer en un model de tipus Marshall i el segon en un de tipus Culpeper. Probablement van ésser adquirits durant el període de la Reial Conferència de Física, entre 1764 i 1775 a un particular o a un intermediari importador anomenat Joseph Castellново.

### 3. Descripció dels microscopis

Com que cap dels dos microscopis no té marca impresa ni cap altra referència, proposem la següent denominació: A, el més gran amb una base quadrangular que li dona més volum, com el de la figura 1. El més petit amb el peu cònic, com en la figura 2 serà el B.

En el moment inicial, en examinar els microscopis, s'han observat una sèrie de defectes que ja hi eren fa més de cent anys, tal com està descrit en antics inventaris esmentats en l'apartat anterior. El microscopi A no tenia la lent objectiu. El tub era inestable (faltava el dispositiu de bloqueig i eventual lliscament per enfocar). El microscopi A està sobre una capsa de fustes treballades que, a més d'ornament i base, té la missió de contenir el sistema d'il·luminació, un mirall pla que pot conduir la llum vers l'objecte. També té un calaix que pot servir per guardar accessoris.

El microscopi B no tenia lent ocular. Té una base més senzilla de fusta pintada de negre, que forma un tronc de con buit amb un mirall pla orientable a l'interior per tal de reflectir la llum d'il·luminació. El tub és d'ivori i és possible que fos recobert de cartró. Com l'altre, els cossos de l'ocular i objectiu són de fusta amb els extrems roscats per tal de poder aguantar les lents.

L'A i el B tenen en comú el sistema de moviment del tub per tal d'enfocar, que consisteix en un sistema de fricció. També tenen en comú les platines petites i el fet d'estar proveïts d'una palanca articulada acabada en una pinça, que recorda els antics tiralínies del di-

buix tècnic, que normalment servia per a sostenir l'espècimen. També tenen en comú l'existència, entre l'objectiu i la lent intermèdia, d'un cartró amb un forat que fa de diafragma.

#### 4. Estudi, mesura i caracterització dels components òptics

##### 4.1. *Descripció del disseny òptic*

Concordant amb la bibliografia (Van Musschenbrock, 1751), (Smith, 1738), (Bradbury, 1967 i 1968), (Turner, 1980) els microscopis A i B estaven inicialment proveïts de tres lents cada un: una lent biconvexa de focal curta, com a objectiu, una segona lent de camp i una tercera lent, pròpiament lent ocular, tal com es veu en la figura 3. Posteriorment les dues últimes lents es van anar transformant d'acord amb l'estructura coneguda com a ocular de Huygens, constituint un cos únic. L'objectiu dona una primera imatge invertida, real i major de l'objecte. La lent intermèdia o de camp corba els raigs reduint aquesta imatge, que és finalment amplificada per l'ocular.

##### 4.2. *Paràmetres considerats i mètodes de mesura*

a) Índex de refracció. S'ha fet una mesura directa i precisa de l'índex de refracció amb un refractòmetre d'Abbe del vidre del mirall d'un dels microscopis antics. En les lents s'ha pogut calcular per càlculs indirectes a partir dels radis de corbatura i de les focals mesurades. De totes maneres, cal considerar que no hi havia grans diferències entre els índex dels vidres de l'època, i que serien similars al dels miralls.

b) Radis de corbatura. En les lents grans (les dues del microscopi A i la intermèdia del B) s'han mesurat els radis de corbatura amb un comparador i comprovades amb un esferòmetre de precisió. En la lent de l'objectiu del microscopi B, en ésser més petit que la base del esferòmetre, la corbatura s'ha pogut mesurar mitjançant un microscopi de banc muntat sobre posicionadors micromètrics, enfocant diferents punts de la superfície i ajustant els valors per càlcul a una superfície esfèrica.

c) Distàncies focals. Han estat mesurades mitjançant el mètode del col·limador (Lachenaud, 1966). Es disposa d'un patró calibrat en el focus d'un col·limador de focal coneguda i el trasllada a l'infinit. Una mesura de la imatge del patró a través de la lent problema, amb un reticle amb mesurador micromètric, permet determinar els augments i com a conseqüència, la distància focal.

d) Gruixos i diàmetres han estat mesurats amb un palmer i un peu de rei respectivament.

Encara que tenim al nostre abast la utilització d'altres tècniques per una metrologia de paràmetres amb més precisió, la finalitat del treball no ho ha requerit.

##### 4.3. *Mesures i distàncies calculades*

A més dels radis de corbatura i de les distàncies focals, també hem calculat la posi-

ció dels plans principals i les focals de vèrtex anterior i posterior (Hecht, 1986), tal com es representa esquemàticament a la figura 4.

Els resultats dels paràmetres mesurats de les lents originals dels microscopis A (lents intermèdia i ocular) i B (lents intermèdia i objectiu) expressats en mil·límetres, apareixen en la taula I.

L'índex de refracció dels vidres dels microscopis A i B, a través de les mesures indirectes són de l'ordre de 1.52, sense més precisió. El mesurat amb el refractòmetre dona 1.527, valor que està d'acord amb valors de l'època citats en la bibliografia.

Lents	Microscopi A		Microscopi B	
	Ocular	Intermèdia	Intermèdia	Objectiu
Diàmetre	23.5	30.3	21.1	10.1
Gruix	6.4	4.8	3.7	2.7
Radi 1	37.3	63.4	43.6	10.8
Radi 2	-26.8	-63.4	-32.7	-9.6
Focal Vèrtex anterior	-28.3	-59.8	-34.9	-9.2
Focal Vèrtex posterior	29.1	59.8	35.3	9.3
Dist. Plans $H_1H$	2.55	1.59	1.4	0.95
Dist. Plans $H_2H'$	-1.83	-1.59	-1.05	-0.85
Focal	30.8	61.4	36.3	10.2

**Taula I. Paràmetres òptics mesurats en les lents dels microscopis A i B.**

#### 4.4. Examen de la qualitat per anàlisi d'aberracions òptiques

Un cop mesurades i conegudes totes les dades de l'objectiu i de la lent intermèdia ja d'un d'ells (concretament del microscopi B), s'han introduït en un programa informatitzat que calcula les aberracions esfèrica, astigmatisme i cromàtica, i permet també visualitzar els diagrames d'impactes. També permet introduir angles de camp per veure la influència de les aberracions fora d'eix. Tal com era de preveure les aberracions són força importants i justifiquen la mala qualitat d'imatge observada i discutida en l'apartat 6. En la figura 5 està representada la lent objectiu del microscopi B amb una visualització dels diagrames d'impactes en eix i camp, corresponents a un pla imatge en que aproximadament la concentració és màxima. El costat de cada requadre representa 1 mm.

#### 5. Reposició dels elements que manquen

És important remarcar que ha estat una sort el fet casual que les lents que manquen no són de la mateixa part i que ambdós microscopis són aproximadament de la mateixa època. Mitjançant la hipòtesi de la similitud del disseny òptic hem calculat la relació entre focal ocular, separació entre ocular i lent intermèdia i focal lent intermèdia del microscopi A, i hem comparat proporcionalment amb el B sobre els valors coneguts. Així són encarregades les lents que manquen, són reposades i tenen els valors següents:

- Objectiu per A: focal = 15.1 mm; gruix = 2.6 mm; diàmetre = 10.4 mm
- Ocular per B: focal = 18.4 mm; gruix = 6.3 mm; diàmetre = 17.5 mm

## 6. Proves d'observació.

Com a tests de proves s'han emprat diverses preparacions amb diferents tincions. Això ha donat un ample marge de detalls de diferents tamanyes, diferents contrastos i varietat de coloració. També s'han observat microescales graduades.

La qualitat d'imatge en el cas dels microscopis ha estat decebedora. Encara que s'ha millorat el lliscament i suport de la columna, el sistema d'enfocament és molt difícil. Dominen les aberracions cromàtica i esfèrica, que dificulten la resolució i el contrast. Aquest resultat és absolutament coherent amb l'anàlisi d'aberracions òptiques per càlcul.

## 7. Conclusions

Jutjant la mala qualitat d'imatge observada i considerant que aquests microscopis són representatius de l'època, es pot explicar per què van aparèixer pocs descobriments en el camp biològic i mèdic durant el segle XVIII. Només apareixen dibuixos de teixit vegetals i d'invertebrats, que per altra banda no són molt petits. Encara que, excepcionalment, com a primer treball destacable es pot citar el descobriment dels glomèruls del ronyó, de la melsa i d'altres per Marcello Malpighi, no hi ha cap treball especialment rellevant en Histologia. La nostra suposició que els altres aparells de la mateixa època foren similars es basa en el fet que els components, el disseny òptic i la construcció dels microscopis analitzats és anàloga i coincident en tota la bibliografia consultada.

## Bibliografia

- BALARI Y JOVANY, J. (1895), *Historia de la Real Academia de Ciencias y Artes*. Memoria inaugural del año académico 1893 a 1894. Barcelona, Ed. l'Avenç.
- BRADBURY, S.; TURNER, G.L'E., (1967), *Historical Aspects of Microscopy*, Heffer and Sons, Cambridge.
- BRADBURY, S., (1968), *The Microscope. Past and Present*, Pergamon Press, Oxford.
- HECHT, E.; ZAJAC, A., (1986), *Optica*, Addison Wesley.
- IGLESIAS FORT, J. (1964), «La Real Acadèmia de Ciències Naturals y Artes en el Siglo XVIII», *Memorias de la Real Academia de Ciencias i Artes de Barcelona*, 3a Època, núm. 707, 36, 1, Barcelona.
- LACHENAUD, M., (1966), *Construction, réglage et essais des instruments d'Optique*, Dunod, Paris.
- SMITH, R. (1738), *A compleat system of opticks*. Profeffor af Aftronomy and Experimental Philofopy at Cambridge, and Mafter of Mechaniks to his Majesty (sic).
- TURNER, G. l'E., (1980), *Essays on the History of the Microscope*, Senecio Pub. Co., Oxford.

VAN MUSSCHENBROCK, P. (1751), *Essai de physique introduction ad philosophian naturalem. Avec une description de nouvelles fortes de Machines Pneumatiques*. Traduit de l'anglais par Pierre Massuet, Ed. Samuel Luchtmans, Leyden.

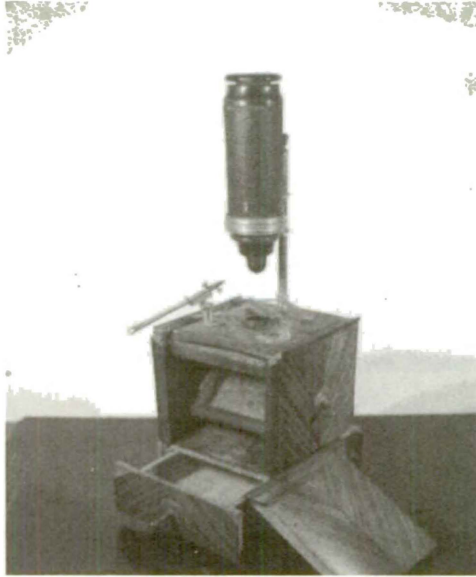


Figura 1. Microscopi A



Figura 2. Microscopi B



Figura 3. Esquema dels elements òptics dels microscopis



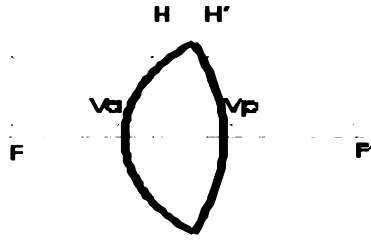


Figura 4. Distància focal:  $H'F'$ ; focal del vèrtex anterior:  $VaF$ ; focal del vèrtex posterior:  $VpF'$ ; radis de corbatura:  $R_1, R_2$

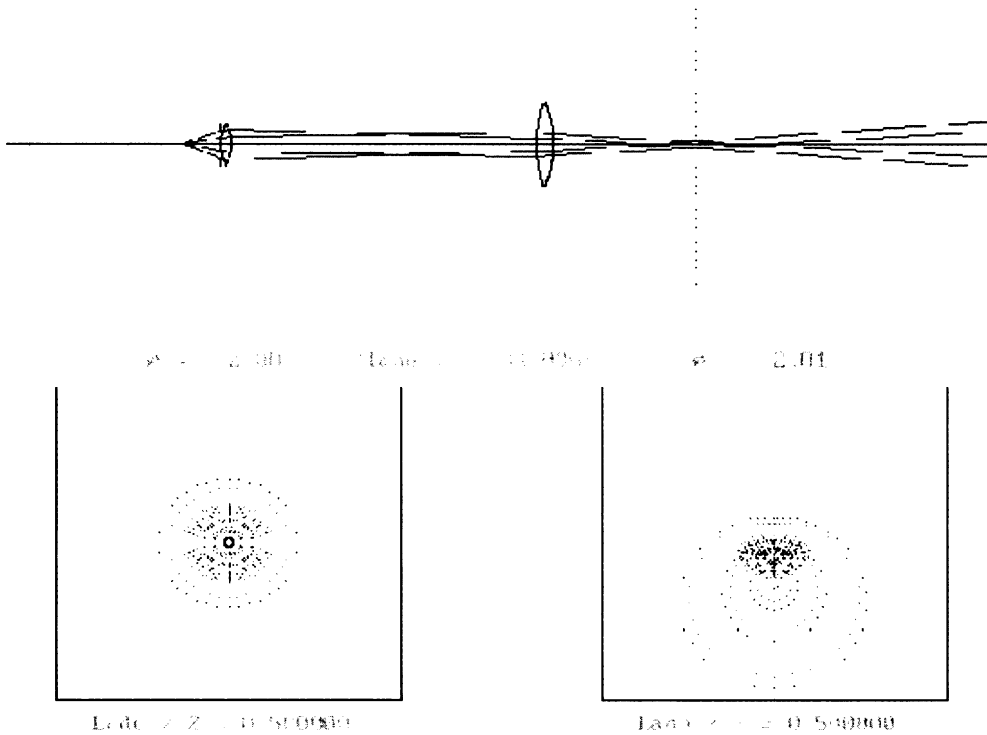


Figura 5. Diagrames d'impactes d'eix i camp corresponents a un pla imatge on la concentració és màxima. El costat de cada requadre representa 1mm