

Microscopi, Eritrociti e Protisti nelle Lezioni di Fisica Sperimentale di Giuseppe Saverio Poli

[Amelia Carolina Sparavigna](#) (Department of Applied Science and Technology, Politecnico di Torino)

Published in physic.philica.com

Microscopi, Eritrociti e Protisti nelle Lezioni di Fisica Sperimentale di Giuseppe Saverio Poli

Amelia Carolina Sparavigna

Politecnico di Torino

Uno dei primi testi in Italiano di Fisica Sperimentale che troviamo tra i Google Books è quello intitolato Elementi di Fisica Sperimentale, Volume 1, scritto da Giuseppe Saverio Poli e pubblicato in Venezia nel 1796. Testo interessantissimo che, oltre a comprendere come venisse insegnata la Fisica all'epoca, ci permette di analizzare come fosse la microscopia e quali studi di biologia e fisiologia si potessero fare coi microscopi. Poli, mentre discute il microscopio semplice, ci descrive anche una sua osservazione sugli eritrociti, le cellule rosse del sangue. In un esperimento aveva avuto l'occasione di osservare come esse si possano deformare per passare attraverso piccole strettoie. Aveva anche osservato i protisti che si sviluppano nelle infusioni.

Keywords: Storia della Scienza, Storia della Microscopia.

Con Galileo Galilei, l'aspetto sperimentale della ricerca, costituito da esperimenti ed osservazioni controllate, diventa la base su cui costruire il metodo scientifico della Fisica moderna. All'esperimento segue l'interpretazione dei risultati osservati. La fisica è quindi fatta da due aspetti principali, quello sperimentale e quello teorico, che collaborano nell'indagine scientifica. All'epoca di Galileo l'analisi teorica si basava sostanzialmente su un approccio geometrico [1], e la teoria veniva insegnata in Latino. Dopo Galileo, la Fisica non poté più essere vista come basata solo sullo studio di principi filosofici; essa divenne una scienza costituita da studi e ricerche supportate, se possibile, da esperimenti controllati fatti in laboratorio. La Fisica era quindi diventata una Fisica Sperimentale, che andava abbandonando il Latino per usare le lingue moderne.

Se cerchiamo con Google Books i libri che hanno nel titolo "Fisica Sperimentale", troviamo che i primi due sono stati pubblicati tra il 1750 ed il 1800, in un periodo storico che era, chiaramente, sotto l'influenza dell'Illuminismo. Un testo è di Jean Antoine Nollet, conosciuto anche come l'abate Nollet. Dopo gli studi teologici, l'abate aveva rivolto i propri interessi alla scienza, diventando uno dei promotori e divulgatori della fisica sperimentale. I suoi

trattati “Leçons de physique”, pubblicate in sei volumi fra il 1743 e il 1748, e “L'art des expériences”, pubblicato nel 1770, ebbero un'enorme popolarità. Le lezioni di Nollet vennero tradotte in Italiano e così troviamo un “Lezioni di Fisica Sperimentale, Volume 2” pubblicato da Giambattista Pasquali, in Venezia, 1751. L'altro libro che troviamo in Google Books è “Elementi di Fisica Sperimentale, Volume 1”, di Giuseppe Saverio Poli, con illustrazioni di Antonio Fabris e Vincenzo Dandolo, pubblicato dalla Tipografia Pepoliana, in Venezia, 1796.

Grazie a questi due libri della Biblioteca digitale di Google possiamo vedere come fosse, all'epoca, la fisica sperimentale ed il suo insegnamento in Italia. Usiamo in particolare gli Elementi di Giuseppe Saverio Poli. L'opera è molto vasta. Essa contiene gli argomenti classici di meccanica, come il moto dei proiettili, gli urti, le percussioni e l'equilibrio di forze e momenti. Troviamo i campi centrali per lo studio del moto dei pianeti. Troviamo poi i fluidi, i gas, il calore e l'elettricità ed il magnetismo, ed ovviamente l'ottica, con dettagliate descrizioni di strumenti quali microscopi, telescopi e camere oscure.

Anche oggi, microscopi e telescopi sono oggetti indispensabili per lo studio di diverse branche della Fisica, da quella che indaga i nanodispositivi a quella che sonda le regioni più lontane dell'universo. Per quanto riguarda specificamente la microscopia, lo sviluppo dei microscopi ci ha portati a poter analizzare le superfici dei materiali con una risoluzione inferiore al nanometro, grazie ai microscopi a forza atomica. Con i microscopi confocali ed a fluorescenza si arriva ad avere un visione delle cellule quanto mai completa. Come già lo era al tempo di Poli, la microscopia è fondamentale per il settore della Fisica che oggi viene definita come Fisica Applicata, che si interessa di studio, produzione e sviluppo, anche tecnologico, di metodologie fisiche utilizzabili in diversi ambiti, come quello medico, biologico, ambientale, socio-economico, ed anche dello studio e conservazione dei beni culturali ed ambientali. In effetti, come possiamo vedere dal suo libro, la Fisica Sperimentale di Poli era anche una Fisica Applicata.

Prima di tornare a Giuseppe Saverio Poli, al suo libro di Fisica Sperimentale ed a quello che il libro ci dice sulla microscopia dell'epoca, spendiamo alcune parole sulla storia dei primi microscopi ottici. Questa storia inizia contemporaneamente a quella del cannocchiale. Ecco perché se ne trova spesso attribuita l'invenzione proprio a Galileo Galilei, col suo “occhialino”. Questo strumento importante, la cui costruzione sembra più plausibile attribuire a Giuseppe Campani, venne battezzato da Johannes Faber, membro dell'Accademia dei Lincei, nel 1625 con il termine “microscopio” [2]. L'invenzione del microscopio è anche attribuita a Zacaria Janssen, un olandese che nel 1595 avrebbe costruito il primo vero microscopio composto. Con i primi microscopi, l'ottica venne a intrecciarsi strettamente con gli studi di biologia e medicina.

Giuseppe Saverio Poli

Dell'autore dell'opera che ci parla della microscopia a fine '700 ed inizi '800, ci dice Giuseppe Montalenti, nella Enciclopedia Italiana del 1935 [3]. Poli era un medico e naturalista, nato a Molfetta nel 1746 e morto a Napoli nel 1825. Dalla città partenopea, nel 1765 si recò a studiare all'università di Padova; nel 1770 fece ritorno a Napoli. In questa città esercitò per qualche tempo la professione di medico. Fu poi nominato professore di storia e geografia militare all'accademia militare. Ebbe l'incarico di provvedere gli strumenti scientifici necessari al suo insegnamento e gli fu data così l'occasione di compiere vari viaggi in diversi paesi d'Europa. Tornato in patria, fu nominato professore di fisica nel collegio medico degli Incurabili. Pubblicò numerose memorie su diversi argomenti di fisica, meteorologia, geologia, ed anche di zoologia. Il suo nome è legato alla scoperta delle vescicole interradianti del sistema acquifero degli Echinodermi. Tra i suoi scritti, oltre agli Elementi di Fisica Sperimentale,

ricordiamo le Lezioni di Geografia (Napoli 1781).

I microscopi e la forma degli eritrociti

L'opera Elementi di Fisica Sperimentale di Giuseppe Saverio Poli è molto vasta. Leggiamone insieme la lezione XXIV del quinto tomo, Articolo 1, Paragrafo 1561, da titolo "Dei microscopi e della diversa loro costruzione" (l'edizione usata è quella pubblicata in Venezia nel 1817 da Andrea Santini e Figlio Editori).

Ci dice il Poli che, "avendo la natura stabiliti limiti alla vista, e non essendo possibile all'occhio umano di scorgere distintamente quegli oggetti troppo vicini, facea assolutamente mestieri che l'umana industria rintracciasse un mezzo conducente a farci vedere con distinzione tali corpi". "Un vantaggio si pregevole ottiensì agevolmente col mezzo del microscopio che altro non vuol dire in greca favella, se non che strumento per poter vedere le piccole cose. Si distingue il microscopio in semplice ed in composto; semplice se formato da una sola lente oppure composto se fatto da più lenti". "Qualora siffatte lenti sono di tal grandezza che adoperar si possono comodamente per via della mano, diconsi d'ordinario lenti da ingrandire; laddove, essendo molto piccole, esse si vengano racchiuse in bussolini atti a contenerle, e che questi si adattino a qualche ordigno, che sia proprio per poterli far maneggiare nel modo conveniente: nel qual caso prendono esse propriamente il nome di microscopi". Il microscopio semplice vien formato da una sola lente nel cui fuoco si suole collocare l'oggetto da osservare. Il Poli prosegue con una discussione del microscopio semplice e l'ingrandimento dovuto all'angolo ottico, come l'autore chiama l'angolo visivo. "A misura che la lente è più piccola, si minora la sua distanza focale e si aumenta l'angolo ottico: dal che nascer dee per necessità, che deesi notabilmente accrescere il suo poter d'ingrandire". "La cognizione di questa verità suggerì l'idea all'insigne nostro P. della Torre di formare delle piccole palline di cristallo e di servirsene ne' microscopi invece di lenti; conciossiachè il foco della sfera essendo in distanza della quarta parte del suo diametro, e le palline essendo estremamente piccole, la distanza focale è breve a segno, che talune di esse, di cui ne conservo una bella serie, giungono ad ingrandire più di mille volte il diametro dell'oggetto". "Coll'aiuto di siffatte palline, giunse egli a scoprire, che le particelle del sangue umano hanno la forma d' un anello, o per dir meglio, di una ciambelletta formata dall'unione di più pezzolini a foggia di sacchetti disposti in giro e conseguentemente vuota nel mezzo".

Qui ci aiuta il libro *The Quest for the Invisible: Microscopy in the Enlightenment* di Marc Ratcliff [4]. Tatcliff ci spiega che in Napoli, l'interesse per la microscopia risale al 1640 da parte dei Padri Somaschi. Padre Giovanni Maria Guevara riuscì a fare delle lenti sferiche a partire dagli anni intorno al 1740 e costruire così dei microscopi. Insieme ad altri frati e studiosi, Padre Giovanni Maria della Torre migliorò le sferule e costruì un microscopio semplice intorno al 1750. Con la sua osservazione dei globuli rossi del sangue, che apparivano come anelli divisi in sacchetti, Della Torre lanciò negli anni 60 del '700 una querelle che coinvolse studiosi di diversi paesi europei. Durante gli anni 70, comparvero altri entusiasti del microscopio: Barba, Macrì e l'ottico Padre Mazzola. Con questi microscopi a sfera di vetro (si veda [5] per una discussione di tali microscopi), Barba, un professore di Fisica e Chimica della Scuola Militare Napoletana, effettuò osservazioni sulla struttura delle crittogame e sull'anatomia del cervello. Inoltre, naturalisti come Cavolini, i medici Macrì e Cirillo usarono questi microscopi per studiare lo sviluppo degli animali marini e dei tessuti vegetali. All'inizio degli anni 80 del '700, Vincenzo Mazzola affermò di aver costruito un obiettivo acromatico per il microscopio, prima di partire per Vienna dove lavorò come ottico e progettò un nuovo microscopio [6].

Del dibattito suscitato dalla scoperta degli eritrociti del sangue ne parla anche il nostro Poli nella sua discussione del microscopio semplice. Poli ci parla anche di Antonio Barba, professore di matematica della regia Accademia

Militare di Napoli, e costruttore delle palline e lenti per microscopi. Al riferimento [7] troviamo delle informazioni su Giovanni Maria della Torre. Romano, la precoce inclinazione ad una vita di studi lo aveva orientato ad entrare nella Congregazione Somasca. Fu novizio a Venezia dal 1729, e vi professò i voti nel 1730. Presso i somaschi veneti esisteva una tradizione scientifica, che arricchì sicuramente la sua preparazione. Pur non frequentando i corsi universitari, il Della Torre divenne nel novembre del 1736 docente di matematica. Dopo pochi anni, il Della Torre passò ad insegnare matematica nel collegio napoletano dell'Ordine, il Macedonio, e a Napoli restò poi sempre, compiendo la sua attività di ricercatore e scrittore. Come ci spiega il riferimento [7], poiché al seminario urbano erano anche ammessi studenti laici, il Della Torre divenne per un quarantennio “il protagonista, accanto ai gesuiti del Collegio dei Nobili, della diffusione della nuova scienza nell'insegnamento secondario della città”. Della Torre, come già sappiamo fu anche un microscopista. Egli realizzò un microscopio semplice a sfera, in cui il somasco aveva superato (a suo dire nel 1751) la difficoltà di ottenere una sfera esente da impurità e distorsioni. Con questo microscopio, il Della Torre fece non solo l'osservazione degli eritrociti, come ci spiega il Poli, ma anche osservazioni sul sistema nervoso centrale. Anche queste destarono un vivace dibattito, dato che il Della Torre aveva creduto di cogliere visivamente degli interscambi tra cellule.

La polemica

Della polemica sulla forma degli eritrociti ci parla anche il libro [8]. In relazione a Leopoldo Caldani, fisiologo e anatomista, e alle sue pubblicazioni, il riferimento [8] ci dice “E primamente ricorderemo quelle relative alla forma delle molecole, o globuli rossi del sangue, argomento già trattato e soccorso di vari esperimenti dal Padre Della Torre, dall'abate Fontana, dall'inglese Hewson e da altri ancora. Ne alcuno ignora, come il primo di questi osservatori ora nominati pubblicasse di avere veduto che le molecole rosse, o globetti del sangue, presentavano la forma di picciolissime ciambelle, schiacciate cioè, e con un foro nel centro, ovvero aventi un contorno di tre, quattro, o cinque sacchetti, o borsette bislunghe unite per le loro estremità. Se non che queste osservazioni poco dopo venivano contraddette e smentite da quelle del Fontana, il quale affermava di avere vedute le molecole stesse di figura sferoidale, per cui globetti erano detti appunto da molti, e il sono pur oggi. Ma nemmeno questo osservatore parve aver colto nel segno. Imperocchè sorse Hewson, ... , a mostrare che le dette molecole avevano piuttosto una figura piano-rotonda, non forata nel mezzo, di quello che sferoidale a dirittura, o annulare. Anzi egli assicurava di avere veduto nella parte loro centrale la tinta essere più oscura, ciò che era proveniente dal nocciolo delle molecole stesse, piccolissimo corpicciuolo contenuto in una vescichetta piana, microscopica, il cui punto centrale, secondo lui, sarebbe soltanto pieno, e tutto il resto attorno o vuoto, o ripieno di fluido sottilissimo. Ora stanti siffatte contraddizioni e differenze di osservazione su questo punto di materia fisiologica voleva il Caldani verificare con altre sue esperienze il già veduto da questi osservatori, per conoscere chi avesse visto bene, o male. E però si mise a dirittura a far uso del metodo indicato dal Della Torre, assicurando di avere pur egli osservata la forma di ciambella che presentavano le molecole rosse del sangue. Se non che non fu così fortunato di vedere i sacchetti che formavano nella figura, nemmeno adoperando il microscopio solare. Anche il foro centrale che diceva di avere osservato il Padre Della Torre mostrò il Caldani, non essere altro che un'illusione ottica, essendochè si osserva in qualunque oggetto non cavo. Vi aggiunse poi le sue non poche osservazioni, le quali mostrarono evidentemente, non essere i detti globuli forati minimamente nel centro, perchè venute a contatto alcune particelle si estenuava il contorno senza che perciò nel foro apparente mutasse figura. Oltracciò faceva vedere che giusta la varia direzione della luce, egli poteva far cangiare posizione al foro, o qualunque cavità centrale apparente che sembri cioè scolpita in oggetti non rotondi, stantechè secondo il Caldani, sembrano forati o cavi tutti i piccioli frammenti dei corpi diafani, qualunque sia la loro figura; opinione da lui confortata poi con molte osservazioni e esperienze istituite sopra vari sali. Ne poté mai il Caldani osservare il rotolamento de' globetti

del sangue, che il Padre Della Torre affermava di avere veduto, anzi lo credette impossibile ad osservarsi stante la piccolissima quantità di sangue che si dee sottoporre alla lente microscopica e la quale subito si dissecca”. Se nel lettore è nata la curiosità di vedere come appaiono i globuli rossi a diversi ingrandimenti, si suggerisce il video al seguente link: <https://www.youtube.com/watch?v=pP3IZN-aEuM>

L'osservazione di Poli degli eritrociti che cambiano forma

Torniamo alla Lezione di Fisica Sperimentale, e vediamo che cosa scrive ancora Poli. “Benché un tal fatto gli sia stato (al Padre Della Torre) contrastato da molti insigni Osservatori ho io il piacere di esser intimamente convinto della sua veracità; conciossiaché facendo io seco lui delle osservazioni su tal punto, m'imbattai un giorno fortunatamente ad osservare alcune delle mentovate ciambelle, nuotanti in un apparente mare di siero, giunte ad uno stretto angustissimo, formato da grumi di sangue rappresentanti due isolette, e non potendo proceder più oltre per esser il loro diametro maggiore dell'ampiezza di quello stretto, si sciolsero man mano nelle loro particelle componenti in forza dell'urto di altre ciambelle, che venivano loro di dietro; ed essendosi ordinate in fila, procuraronsi così un libero passaggio. Tostochè si misero al largo, per virtù, io m'immagino, d'una scambievole poderosa attrazione, curvaronsi immediatamente in giro le rispettive particelle di ciascheduna ciambella, ed in un attimo formarono di bel nuovo la ciambelletta come prima”.

In effetti, Giuseppe Saverio Poli aveva osservato che i globuli rossi si possono deformare per passare attraverso delle strettoie. Questo è proprio quello che accade quando queste cellule passano nei capillari. Il calibro dei capillari è di poco inferiore a quello del singolo eritrocita. I globuli rossi possono passare solo uno alla volta e vengono deformati. Nel 2007, al MIT, hanno realizzato un esperimento in vitro per vedere come un eritrocita passa attraverso un canale microfluidico. Alla pagina web, news.mit.edu/2007/blood [9], possiamo vedere una serie di immagini che mostra un eritrocita che cambia la sua forma e passa attraverso un microcanale del diametro di 4 microns.

Il microscopio composto nel libro di Poli

“Nella costruzione del microscopio composto richieggonsi necessariamente due lenti convesse; ed altro egli non è, a giusto ragionare, se non se un microscopio semplice ripetuto in tal guisa ... Altro essenziale divario dunque non v'ha tra il microscopio semplice e il composto, eccetto quello che il primo ci fa scorgere l'oggetto reale, ed effettivo, e il secondo l'immagine di esso. Del resto ingrandisce egli l'oggetto e lo rende distinto collo stesso artificio spiegato dianzi”. E il Poli continua con la spiegazione della costruzione dell'immagine. Aggiunge anche che il microscopio composto forma un campo assai maggiore di quello del semplice, e quindi “rendesi attissimo a farci scorgere una maggior porzione dell'oggetto a un colpo d'occhio. ... Uopo è sapere però che nei microscopi composti che soglionsi costruire oggigiorno (al tempo del Poli), vi sono altre lenti oltre alle due qui menzionate. ... Malgrado però il qui dichiarato ingrandimento, i microscopi ci tolgono il piacere di farci scorgere tutte le parti degli oggetti nel tempo stesso, conciossiaché a misura che si aumenta il lor potere d'ingrandire, si minora il numero de' punti visibili dell'oggetto, ossia il campo della vista. Quindi è che siam forzati a farli passar successivamente sotto la lente oggettiva ed a contemplarli a parte a parte: ne v'ha altro mezzo per poter vedere per l'intero oggetto tutto ad un tratto, eccetto quello di far uso di lenti, il cui potere d'ingrandire sia poco notabile”.

Poli ci spiega che i microscopi servono per vedere sia oggetti trasparenti che opachi, e lo studioso ci dice in dettaglio come disporre lenti e specchi per illuminare l'oggetto da vedere. Esiste, dice Poli, un metodo per avere

una immagine più distinta, coprendo la lente dell'illuminatore con un diaframma avente un forellino che faccia passare solo i raggi centrali. Ci dice poi che esiste un microscopio inventato dal signor Lieberkun, Accademico di Berlino, e detto solare per l'uso che in esso si fa dei raggi del sole. Del sistema di illuminazione di detto microscopio, Poli ci fornisce una descrizione dettagliata. Aggiunge poi che "Vengono dall'Inghilterra delle cassettoni che in sé contengono l'intero Apparecchio Microscopico, consistente nel microscopio semplice, nel composto, e nel solare, forniti di una serie di piccole lenti, alligate ne loro bussolini, atte a formare diversi ingrandimenti, e quindi a potersi applicare allo strumento secondo l'uopo il richiede, o a piacere di chi osserva". Ed inoltre aggiunge "E' impossibile di dare idea del piacere che s'incontra nel fare osservazioni di tal natura. Sembra effettivamente, ch'altri venga trasportato in un nuovo mondo, il quale gli offra ad ogni passo degli oggetti non mai veduti, e degli spettacoli da destare il più vivo stupore. Chi mai s'immaginerebbe di poter ravvisare nel capo d'una mosca un vaghissimo gruppo di occhi, emuli d'altrettanti rubini di figura esagona, i quali al numero di circa 8000 sono regolarmente schierati a diritta, e a sinistra?". Dopo la descrizione dell'insetto, Poli descrive "i piccoli viventi, che si ravvisano nuotar nelle acque, ove sia stato in infusione del grano, del pepe, della cortecchia di quercia, o altra sostanza di tal natura? Le piccole anguille, di cui abbonda l'aceto, sono distintamente visibili con una lente di piccolo ingrandimento".

Era l'epoca dello studio delle infusioni [10].

Infusioni e protisti

Tra i padri del microscopio e della microscopia, c'è l'olandese Antoni van Leeuwenhoek (1632-1723). I suoi microscopi a sfera, come detto in [11] e [12], consentivano di ingrandire un oggetto più di 270 volte, una prestazione che a quel tempo era strepitosa. Ne costruì circa 200. Con essi, Leeuwenhoek faceva le sue osservazioni scoprendo il mondo di cui ci ha parlato Poli, e che allora era un mondo sconosciuto e meraviglioso. Era il regno dei protisti, esseri unicellulari che lui definì come animaletti e che Poli chiama piccoli viventi. Leeuwenhoek li descriveva in dettaglio in diverse lettere inviate alla Royal Society. In una lettera del 25 dicembre 1702, egli descrive molti protisti tra cui la Vorticella [11] (per i lavori di van Leeuwenhoek si veda il riferimento [13]).

Ecco che cosa ci racconta ancora il sito [11]. Antoni voleva indagare l'origine del sapore piccante del pepe. Mise così ad ammorbidire in acqua alcuni grani di pepe e dopo qualche settimana ne osservò al microscopio l'infuso. Rimase stupefatto e scrisse: "Vi ho visto dentro un numero incredibile di animaletti, di diversi tipi", e questi "erano i primi protisti che occhio umano avesse mai visto" [11]. E poi scrive ancora Antoni "Molte signore perbene vengono a casa mia per vedere i piccoli vermi dell'aceto, e alcune restano così disgustate che giurano di non usare più aceto in vita loro. Che farebbero se sapessero che ci sono più esseri viventi nella loro bocca che in tutto il Regno d'Olanda?" [11].

Il microscopio di Hooke

Concludiamo questo articolo con un fisico ed il suo lavoro di microscopia. Il fisico è l'inglese Robert Hooke (1635 – 1703), uno dei più grandi scienziati del Seicento. Viene ricordato in particolare per la sua legge che fornisce la più semplice relazione costitutiva dei materiali elastici. Essa è formulata dicendo che l'allungamento di un corpo elastico è direttamente proporzionale alla forza ad esso applicata, la costante di proporzionalità viene detta costante elastica. Ma la legge di Hooke non fu l'unico contributo fondamentale per la scienza.

Alcuni dei risultati più famosi di Hooke sono connessi alle modifiche apportate al microscopio. In particolare, i microscopi da lui costruiti avevano nuovi sistemi ottici e un nuovo sistema di illuminazione. Questi microscopi gli permisero di fare una serie di scoperte che egli espose nel libro sulla *Micrographia* [14], pubblicato nel 1665 dalla Royal Society. Egli riportò osservazioni su cristalli, insetti e piante. In particolare scoprì, nel sughero, delle cavità separate da pareti che chiamò 'cells' (cellule). Best-seller dell'epoca, la *Micrographia* di Hooke aiutò a far conoscere la microscopia ed il mondo microscopico.

Ecco perché Poli consigliava i microscopi inglesi. Erano i microscopi di Robert Hooke.

References

- [1] Sparavigna, A. C. (2015). Teaching physics during the 17th century: some examples from the works of Evangelista Torricelli. *International Journal of Sciences* 4(4), 50-58. DOI: 10.18483/ijSci.694
- [2] Museo Galileo, Museo virtuale. Microscopio composto galileiano. Al link <https://catalogo.museogalileo.it/oggetto/MicroscopioCompostoGalileiano.html>
- [3] Montalenti, G. (1935). Poli, Giuseppe Saverio, in *Enciclopedia Italiana*. www.treccani.it
- [4] Ratcliff, M. (2009). *The Quest for the Invisible: Microscopy in the Enlightenment*. Ashgate Publishing, Ltd.
- [5] Carboni, G. (2010). Microscopio a Sfera di Vetro, in *Fun Science Gallery*, al link http://www.funsci.com/fun3_it/sfera/sfera.htm
- [6] Mazzola, V. (1782). Lettera al N. U. il Sig. March. Bali Sagramoso Intorno all'effetto di un obbiettivo acromatico aggiunto al microscopio, *Opuscoli Scelti*, 5 (1782):320-330, p.329.
- [7] Baldini, U. (1989). Della Torre, Giovanni Maria, *Dizionario Biografico degli Italiani*, Volume 37 (1989).
- [8] Freschi, F. (1847). *Storia della medicina*, in aggiunta e continuazione a quella scritta da Curzio Sprengel, Volume VII, parte terza. Milano, Perelli e Mariani, 1847.
- [9] Trafton, A. (2007). MIT shows how blood cells change shape. March 12, 2007 MIT News.
- [10] *Dizionario universale di medicina di chirurgia di chimica di botanica di notomia di farmacia d'istoria naturale &c. del signor James a cui precede ... tradotto dall'originale inglese dai signori Diderot, Eidous, e Toussaint. Riveduto, corretto, ed accresciuto dal signor Giuliano Busson. Tomo terzo: ANG-BE, pagina 57. Osservazioni supra gli animaletti del sig. Edmond-King. 1753, Venezia, Giambatista Pasquali.*
- [11] Mazzavillani, A. (2011). L'invenzione del Microscopio Ottico. Al link <http://mazzavillani.blogspot.it/2011/01/linvenzione-del-microscopio-ottico.html>
- [12] Autori Vari (1964). Antoni van Leeuwenhoek, in *Storia della Medicina*, vol. 1, Milano, Fratelli Fabbri Editori, 1964, pp. 194–196.
- [13] *The Select Works of Antony Van Leeuwenhoek: Containing His Microscopical Discoveries in Many of the Works of Nature*, Volume 1, Whittingham and Arliss, 1816.
- [14] Hooke, R. (1665). *Micrographia: or Some Physiological Descriptions of Minute Bodies Made by Magnifying*

Glasses. With Observations and Inquiries Thereupon, Royal Society.

Information about this Article

Published on Friday 26th January, 2018 at 16:55:26.

The full citation for this Article is:

Sparavigna, A. C. (2018). Microscopi, Eritrociti e Protisti nelle Lezioni di Fisica Sperimentale di Giuseppe Saverio Poli.
PHILICA Article number 1229.