

Gli strumenti di Angelo Mosso

MARCO GALLONI*

Fin dai primi necrologi in occasione della scomparsa e poi nelle molte note biografiche a Lui dedicate, ad Angelo Mosso venne riconosciuta una particolare capacità di inventare e realizzare strumenti originali per le sue ricerche. La fisiologia era diventata una scienza realmente sperimentale nell'Università di Torino da poco più di trent'anni e i laboratori, ancora nella angusta sede di Via Po vicino alla chiesa di San Francesco da Paola, si riempivano gradualmente di apparecchiature che provenivano dalla Francia e dalla Germania.

Proprio in queste due nazioni Mosso aveva compiuto una parte importante della sua formazione giovanile e aveva partecipato a ricerche in cui la creazione di nuovi specifici strumenti era stata un fattore chiave per il successo. Egli occupò ancor giovane un ruolo di rilievo nel panorama internazionale della fisiologia, che era forse la disciplina più emblematica del positivismo scientifico, e fu un fautore del metodo grafico, che rappresentava il modo migliore per oggettivare i risultati della ricerca, rendendoli disponibili, in seguito, per valutazioni quantitative e per confronti critici:

Perché la scienza progredisse occorreva un metodo di registrazione automatica, che scrivesse tutti i fenomeni di movimento – tale è il metodo grafico – il palpito del cuore, l'affanno del respiro, il tremito dei muscoli, la velocità del sangue, la parola, il pensiero e la percezione lasciano con il metodo grafico di sé una traccia indelebile. Nulla è tanto veloce nella vita e nell'universo che il metodo della registrazione automatica non riesca a eseguire e direi quasi a trattenere per farne un'analisi minuta e darne una precisa misura.¹

Queste le parole di Angelo Mosso che sintetizzano la visione scientifica e l'approccio sperimentale che furono alla base dei suoi studi di fisiologia umana, svolti presso l'Università di Torino in oltre trent'anni. Quelli furono gli anni in cui le idee positiviste si diffusero rapidamente: il sapere scientifico poteva essere messo al servizio dell'uomo come strumento di progresso per l'intera umanità.

Nel 1861 a Torino era stato chiamato per chiara fama alla cattedra di Fisiologia l'olandese Jacob Moleschott (1822-1893), con l'intento di rivoluzionare e modernizzare su basi sperimentali una disciplina che fino ad allora era stata insegnata da Giovanni Secondo Berruti² con criteri ispirati alle teorie prevalentemente vitaliste pur se, ad onor del vero, egli aveva organizzato nel 1850 un laboratorio anche con l'aiuto dell'allievo L. Vella, che aveva frequentato il laboratorio parigino di Claude Bernard (1813-1878).

Moleschott divenne maestro di Angelo Mosso e, dopo la laurea, lo spinse a frequentare diversi laboratori scientifici in Italia e in Europa. Il giovane medico si recò dapprima a Firenze per un periodo di perfezionamento nel laboratorio di fisiologia sperimentale del tedesco Moritz Schiff (1823-1896), dove sentì parlare della "superiorità metodica della scuola di Ludwig".³ Nel 1873 Mosso ottenne una borsa di studio per due anni all'estero, proprio a Lipsia, nei moderni laboratori di Carl Ludwig (1816-1895), il fisiologo che nel 1846 aveva inventato il chimografo, uno strumento per la registrazione grafica. Questo era stato probabilmente ispirato dagli studi di Thomas Young (1773-1829), lo scienziato inglese che aveva creato un sistema di trascrizione di intervalli di tempo regolari, basato sulla vibrazione di una lamina elastica che sfiorava un cilindro in movimento, lasciando una traccia ondulante.

* Archivio Scientifico e Tecnologico dell'Università di Torino, marco.galloni@unito.it

¹ ANGELO MOSSO, *Carlo Ludwig*, «Nuova Antologia», 57, 1895, pp. 651-671.

² GIOVANNI SECONDO BERRUTI, *Cenni sul gabinetto fisiologico di Torino*, «Giornale della Regia Accademia di Medicina di Torino», XLII, 1861, pp. 296-308.

³ PIO FOÀ, *Angelo Mosso. Commemorazione letta nella seduta del 14 maggio 1911*, «Atti della Reale Accademia delle Scienze di Torino», XLVI, 1911, p. 486.

Così Angelo Mosso nella commemorazione del grande fisiologo tedesco ricordò l'intuizione che avrebbe portato all'invenzione:

Non potendo seguire coll'occhio tutti i movimenti complicati che eseguiva pulsando la colonna di mercurio del manometro, Ludwig ebbe l'idea felice di mettere un'asticella che galleggiasse sul mercurio. Questa portava in alto un pennellino inzuppato nell'inchiostro che toccava un foglio di carta. Perché questo foglio scorresse abbastanza rapidamente e portasse via la traccia che vi faceva toccandolo il pennello, Ludwig costruì un orologio speciale, che muovevasi per un peso e faceva ruotare un cilindro metallico, sul quale distendeva, avvolgendolo, il foglio di carta. (...) Lo strumento al quale Ludwig diede il nome di chimografo, è nato perfetto come succede sovente per la ispirazione dei grandi artisti. Per la prima volta i movimenti rapidissimi del cuore, le contrazioni dei vasi sanguigni, le oscillazioni del respiro e la pressione del sangue si videro scritti su un medesimo foglio. Queste esperienze di Ludwig aprirono un campo nuovo fecondissimo di studi. E ora da mezzo secolo tutte le scienze si affaticano per trasformare i loro strumenti in apparecchi registratori.⁴

Stimolato dal maestro tedesco, Angelo Mosso incominciò a studiare la circolazione del sangue e i movimenti dei vasi sanguigni e costruì il suo primo pletismografo:

Ludwig propose a me di studiare la vita dei reni staccati dal corpo. Fu in queste ricerche che il maestro mi suggerì l'idea del pletismografo che con leggere modificazioni io applicai dopo allo studio dei vasi sanguigni nell'uomo.⁵

Mosso, come i suoi maestri, gli allievi e sua figlia⁶ ricordano spesso nelle loro memorie, aveva una notevole abilità manuale che gli permise durante tutta la vita di progettare, costruire e perfezionare diversi strumenti con la valida collaborazione dei tecnici Luigi Corino e Giorgio Mondo:

In quei pomeriggi di intensa fatica, tutto ciò non toccava le sue ricerche, che non aveva a che fare con gli apprestamenti delle sue macchine, sfuggiva non solo alla sua attenzione, ma anche alla sua vista.⁷

Un altro periodo proficuo per il nostro fisiologo fu il biennio trascorso a Parigi presso i laboratori di Claude Bernard ed Etienne-Jules Marey (1830-1904), inventore negli anni '60 delle capsule pneumatiche conosciute con il suo nome, considerato da Mosso come "il geniale volgarizzatore del metodo grafico, l'ingegno meccanico più forte della fisiologia moderna".⁸

Nel 1875 Angelo Mosso tornò a Torino, dove mise a frutto tutto quello che aveva imparato ed elaborato nei migliori laboratori scientifici del suo tempo e dal 1879 arrivò ad occupare la cattedra di Fisiologia di Moleschott, chiamato a Roma.

Come accennato, la prima 'macchina' su cui lavorò Mosso già a Lipsia fu il pletismografo idoneo per

scrivere anche quelle emozioni che non si dipingono sul volto o si rivelano troppo debolmente coi battiti del cuore e con l'affanno della respirazione.⁹

Questo strumento (fig. 1) composto da un cilindro di vetro in cui si inseriva il segmento di un arto (mano, avambraccio, piede), permetteva con un sistema di trasduzione idraulica di registrare i cambiamenti di volume dovuti ai movimenti lenti dei vasi sanguigni. Angelo Mosso sottopose se stesso e i suoi allievi a numerose prove di cui riportò minuziose cronache studiando le influenze delle emozioni, delle attività del cervello, della respirazione, degli

⁴ MOSSO, *Carlo Ludwig*, 1895 cit., pp. 651-671.

⁵ *Ivi*, p. 667.

⁶ MIMI MOSSO, *Un cercatore di ignoto*, Milano, Baldini e Castoldi, 1935, p. 58.

⁷ *Ivi*, p. 42.

⁸ MOSSO, *Carlo Ludwig*, 1895 cit., pp. 651-671.

⁹ ANGELO MOSSO, *Sopra un nuovo metodo per scrivere i movimenti dei vasi sanguigni nell'uomo*, «Atti della Reale Accademia delle Scienze di Torino», IX, 1875, p. 37.

stimoli elettrici.¹⁰ La trasduzione idraulica del segnale aveva però grossi limiti: l'inerzia dell'intero sistema non permetteva di registrare un fenomeno veloce come il polso arterioso e fu per questo motivo che Angelo Mosso apportò alcune modifiche all'apparecchio per renderlo più sensibile.

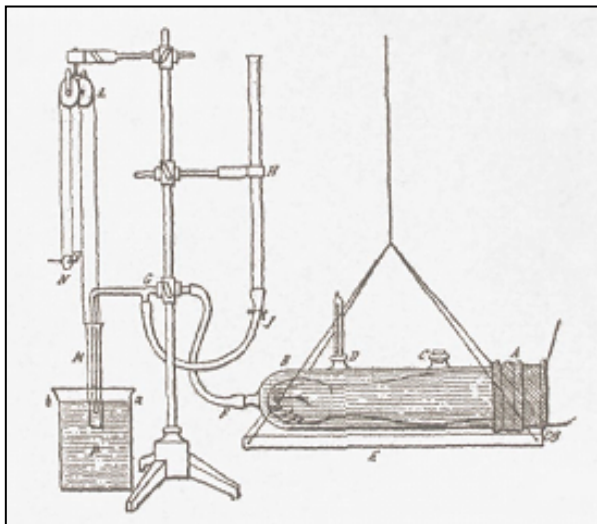


Fig. 1

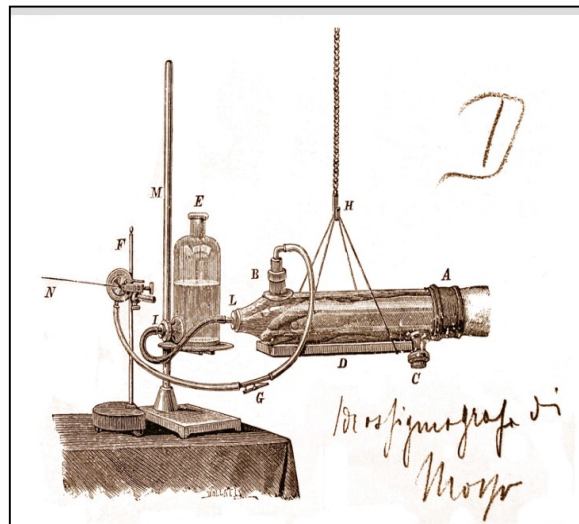


Fig. 2

Nacque così l'idrosfigmografo¹¹ (Fig. 2) che utilizzava un tipo di trasduzione mista. L'aumento di volume dei vasi dell'avambraccio dovuto all'afflusso di sangue in seguito ad ogni contrazione cardiaca faceva innalzare il livello dell'acqua nel cilindro, collegato pneumaticamente ad un timpano di Marey, costituito da una capsula metallica chiusa da una membrana elastica di guttaperca in tensione a cui si trasmettevano i movimenti fisiologici.

Con un tubo di raccordo le variazioni di pressione dell'aria venivano trasmesse dalla capsula ricettrice a una capsula trasduttrice; alla guttaperca tesa di quest'ultima era connessa una leva scrivente. Il sistema era sensibile ai più piccoli e rapidi movimenti e in grado di trascriverli sulla carta di un chimografo.

Lo strumento divenne fondamentale anche per ricerche sulla circolazione del sangue nel cervello umano. Angelo Mosso, insieme all'anatomico Carlo Giacomini (1840-1898), studiò persone che, per cause accidentali o patologiche, avevano delle aperture del cranio per cui era possibile applicare sulla cute una capsula registratrice che avvertiva i movimenti dell'encefalo sottostante.

Come timpano iniziale veniva applicato sulla dura madre il così detto esploratore a tamburo di Marey. (...) Ad ogni pressione esercitata sul bottone dal cervello viene cacciata l'aria dal timpano esploratore o iniziale nel timpano registratore o terminale con cui comunica. (...) La membrana di quest'ultimo viene sollevata e comunica il suo movimento alla leva predetta che porta una penna per mezzo della quale scrive i movimenti del cervello sopra di un cilindro rotante affumicato.¹²

Da questi studi si poterono ricavare interessanti correlazioni tra l'attività cerebrale e il flusso di sangue nel cervello.

Per lo studio del polso, Angelo Mosso non si accontentò dei risultati ottenuti con il suo idrosfigmografo. Creò un apparecchio chiamato sfigmomanometro¹³ in cui il medio e

¹⁰ *Ivi*, pp. 37-81.

¹¹ MOSSO, *Sulle variazioni locali del polso nell'avambraccio dell'uomo*, 1877 cit., pp. 34-78.

¹² CARLO GIACOMINI, ANGELO MOSSO, *Esperienze sui movimenti del cervello nell'uomo*, «Archivio per le Scienze Mediche», I, 1876, p. 253.

¹³ ANGELO MOSSO, *Sphygmomanomètre pour mesurer la pression du sang chez l'homme*, «Archives Italiennes de Biologie», XXIII, 1895, pp. 177-197.

l'anulare delle due mani venivano inseriti in quattro tubetti metallici contenenti dita di guanto di gomma circondate da acqua: divenivano così rilevabili le variazioni di pressione dovute all'onda sfigmica. Tramite tubi collegati ad un manometro era possibile, con un pennino posto su un cilindretto galleggiante sulla colonna di mercurio, tracciare sul tamburo di un chimografo la curva del polso. Questo strumento fu il precursore dello sfigmomanometro a bracciale pneumatico, inventato nel 1896 da Scipione Riva Rocci (1863-1937) ed in uso ancora oggi.

A questo punto il nostro fisiologo volle allargare le sue indagini alla distribuzione del sangue in tutto il corpo umano, a questo fine ideò la bascula, ovvero di un letto a bilancia (Fig. 3).

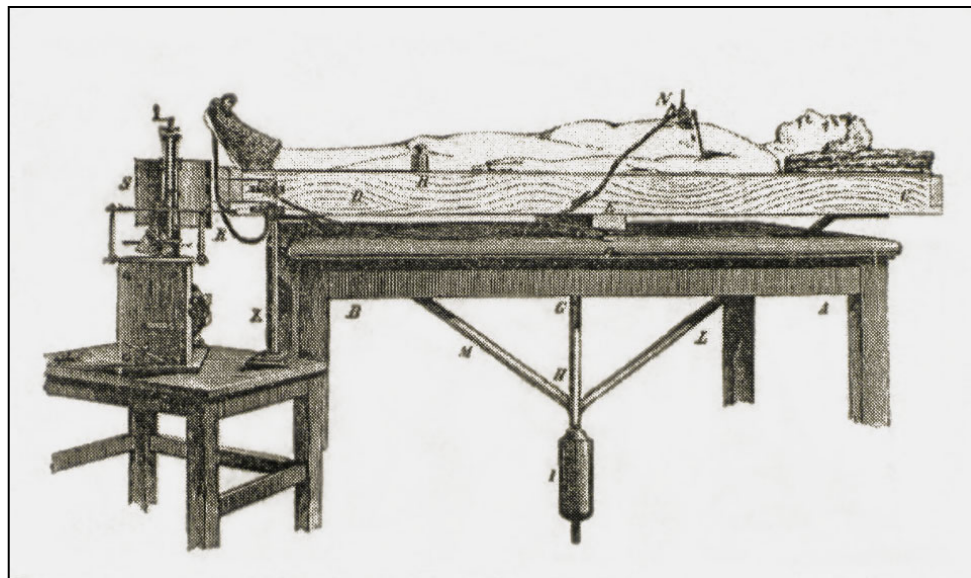


Fig. 3

Questo complesso apparato, su cui un uomo poteva sdraiarsi e, una volta in stato di quiete, venir posto in equilibrio, libero di oscillare per azione principalmente dei movimenti respiratori, permise di stabilire relazioni tra respirazione e circolazione sanguigna. Al piede del paziente era applicata contemporaneamente una variante del pletismografo, denominato gasometrico,¹⁴ perché non usava l'acqua ma un liquido con densità molto bassa quale l'etere o l'essenza di petrolio. Tramite un sistema pneumatico le informazioni potevano essere trasmesse al chimografo che registrava contemporaneamente le oscillazioni della bilancia. Più tardi Mosso cercò di studiare la relazione tra la distribuzione del sangue e i diversi tipi di stimolazioni e sollecitazioni.

Si poteva così calcolare l'attenzione e lo sforzo intellettuale a milligrammi. Ci voleva infatti un peso di tanti grammi x per rimettere in equilibrio la bilancia umana (...). Lo sforzo intellettuale non poteva rivaleggiare con l'emozione in queste esperienze. L'emozione è la più grande pompatrice di sangue verso il cervello e il cuore.¹⁵

Il nostro professore condusse anche approfondite ricerche sul lavoro dei muscoli, i cui risultati furono pubblicati in un articolo¹⁶ e successivamente in un libro,¹⁷ per presentare in modo divulgativo i temi del lavoro e della fatica legati alla difficile realtà sociale del suo tempo:

¹⁴ ANGELO MOSSO, *Applicazione della bilancia allo studio della circolazione sanguigna dell'uomo*, «Atti della Reale Accademia dei Lincei. Memorie», Cl. Scienze FMN, XIX, 1884, p. 534.

¹⁵ MOSSO, *Sulle variazioni locali del polso nell'antibraccio dell'uomo*, 1877 cit., pp. 62-63.

¹⁶ ANGELO MOSSO, *Le leggi della fatica studiate nei muscoli dell'uomo*, «Atti della Reale Accademia dei Lincei. Memorie», Cl. Scienze FMN, V, 1889, pp. 409-426.

¹⁷ ANGELO MOSSO, *La fatica*, Milano, Fratelli Treves, 1891.

problemi che gli stavano particolarmente a cuore e per cui si batté in Parlamento dal 1904, anno in cui venne nominato senatore del Regno. Angelo Mosso aveva infatti messo a punto uno strumento completamente nuovo, l'ergografo (fig. 4), in grado di

isolare bene il lavoro di un muscolo, di modo che nessun altro muscolo potesse aiutarlo nella sua fatica e specialmente quando esso era stanco.¹⁸

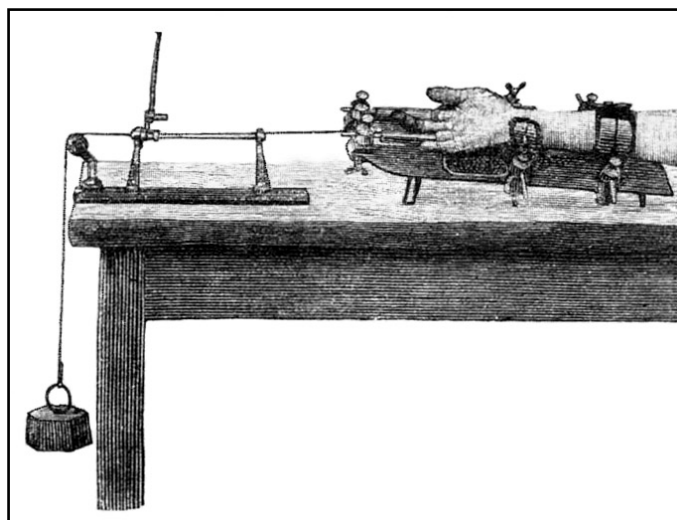


Fig. 4

Il muscolo flessore della seconda falange del dito medio della mano si prestò perfettamente per i suoi studi. Dopo aver bloccato l'avambraccio, il dito medio doveva essere flesso sollevando un peso tramite una corda e una carrucola e ad ogni contrazione veniva registrato il movimento sul tamburo di un chimografo. In questo caso la trasduzione del segnale fisiologico era di tipo meccanico: il pennino, collegato alla parte mobile dello strumento permetteva di ottenere ergogrammi, tracciati dell'affaticamento muscolare, che risultavano diversi e caratteristici per ogni individuo perché dipendevano da tutte le componenti personali della fatica, comprese quelle di tipo psichico ed emotivo. Per meglio controllare la componente nervosa della fatica, all'ergografo si affiancò il ponometro, un apparecchio che faceva sì che il peso fosse collegato al muscolo solo nella fase di contrazione: lo sgancio automatico del peso liberava il muscolo dal carico nella fase di rilascio.

Mosso utilizzò anche sistemi di trasduzione del segnale di tipo elettrico, ad esempio per registrare "cinquantesimi di minuto secondo nella curva stessa del polso cerebrale o del piede".¹⁹ Questo fu possibile grazie al segnale elettromagnetico di Marcel Deprez (1843-1918): l'apparecchio era composto da un elettromagnete collegato ad un pennino. La corrente che alimentava l'elettromagnete veniva interrotta ad intervalli regolari con un orologio a secondi o un diapason di cui si conosceva la frequenza di vibrazione. In questo modo sulla carta del chimografo oltre ai parametri fisiologici si potevano registrare con grande precisione intervalli di tempo molto brevi.

La poliedrica attività di Angelo Mosso lo portò a costruire altri apparecchi, come il miotonometro per lo studio della tonicità muscolare nell'uomo, registrando meccanicamente l'allungamento passivo delle fibre sottoposte a carichi crescenti.²⁰

¹⁸ *Ivi*, p. 88.

¹⁹ ANGELO MOSSO, *La temperatura del cervello. Studi termometrici*, Milano, Fratelli Treves, 1894.

²⁰ ANGELO MOSSO, *Descrizione di un miotonometro per studiare la tonicità dei muscoli nell'uomo*, «Memorie della Reale Accademia delle Scienze di Torino», XLVI, 1896, pp. 93-120.

Ricerche originali riguardarono le variazioni dei parametri fisiologici in alta quota: direttamente in montagna,²¹ nella bella stagione, ma anche a Torino, nel suo laboratorio, utilizzando una campana ipobarica in cui, per mezzo di una pompa, era possibile ridurre la pressione atmosferica e quindi simulare le condizioni ambientali presenti oltre i 5000 metri di quota.

Proprio in quegli anni nacque in Mosso la passione per la montagna, che iniziò a frequentare insieme a Quintino Sella (1827-1884) fondatore nel 1863 del Club Alpino Italiano. Mosso, stimolato dal problema della difficoltà di respirazione e di adattamento dell'organismo alle alte quote, riuscì a superare tutta una serie di problemi anche di tipo pratico e, avvalendosi della collaborazione del Corpo degli Alpini, poté compiere i suoi studi sul Monte Rosa in un laboratorio dentro la Capanna Margherita a 4560 m di altitudine e qualche anno più tardi, nel 1907, riuscì ad inaugurare al Col d'Olen a 2900 m il rifugio che a lui fu dedicato. Queste ricerche costituirono la base per l'allestimento del laboratorio di selezione degli aspiranti piloti durante il primo conflitto mondiale sotto la direzione di Amedeo Herlitzka (1872-1949), successore di Angelo Mosso.

Abbiamo visto come la tecnologia utilizzata per riportare sulla carta il segno grafico capace di testimoniare un evento fisiologico sia cambiata più volte nell'arco temporale dell'attività di Mosso, passando dalla trasduzione meccanica, all'idraulica, alla pneumatica e all'elettrica. Il concetto di amplificazione era inizialmente limitato al rapporto fra le lunghezze dei bracci di leva utilizzate, mentre era importante considerare nelle diverse situazioni gli attriti, la viscosità e tutti i parametri fisici che potevano limitare l'efficienza dei vari meccanismi proposti.

Solo l'elettronica, in tempi successivi, avrebbe permesso di amplificare realmente i valori elettrici raccolti, aumentando la capacità di rilevare e registrare fenomeni quasi impercettibili. Sicuramente la qualità delle realizzazioni del meccanico Luigi Corino era notevole e permetteva di sfruttare al meglio le potenzialità degli strumenti, che ebbero anche diffusione in vari laboratori italiani, come testimoniato ad esempio a Siena,²² ma furono anche esattamente copiati da quotati fabbricanti stranieri, come nel caso di un ergografo realizzato a Parigi da Georges Boullitte.²³

Naturalmente gli strumenti subivano anche un'evoluzione sulla base delle considerazioni critiche scaturite dall'esperienza, come dimostrano le varie modifiche subite nel tempo dall'ergografo, in particolare ad opera di un assistente di Mosso, Zaccaria Treves (1869-1911).²⁴

L'Archivio Scientifico e Tecnologico dell'Università di Torino, ente deputato da venti anni alla raccolta, conservazione e recupero degli strumenti scientifici che sono stati utilizzati in passato per la ricerca nelle diverse discipline insegnate nell'Ateneo torinese, conserva con cura diversi apparecchi costruiti e utilizzati da Angelo Mosso, insieme ad una vasta collezione di lastre fotografiche che ancora oggi testimoniano il suo lavoro.

L'Archivio cerca costantemente di mantenere vivo l'interesse intorno alla figura di Mosso e di sensibilizzare il pubblico alle sue brillanti invenzioni e scoperte mediante mostre, conferenze e proiezione di filmati in cui gli strumenti vengono mostrati in funzione, come è il caso dell'ergografo.²⁵

²¹ ANGELO MOSSO, *Fisiologia dell'uomo sulle Alpi*, Milano, Fratelli Treves, 1897.

²² FRANCESCA VANNOZZI (a cura di), *Inventario del patrimonio dell'Ateneo senese. Gli strumenti scientifici*, Siena, Tip. Senese, 1992, p. 78.

²³ ALFONSO A. ZARZOSO, *Les collections del Museu*, Barcelona, Museu d'Història de la Medicina de Catalunya, 2005, p. 99.

²⁴ ZACCARIA TREVES, *Sulle leggi del lavoro muscolare*, «Archivio per le Scienze Mediche», XXII (20), 1898, pp. 373-410.

²⁵ <http://www.youtube.com/watch?v=cjo5vIRnvaQ>.

Recentemente, in collaborazione con qualificati ricercatori di neurologia, si è sottolineata l'originalità del letto a bilancia come apparato capace di rivelare l'attività cerebrale, una realizzazione che, pur con evidenti limiti di metodo, dimostra la tensione a indagare le funzioni superiori della mente tramite la fine registrazione di parametri rilevabili con mezzi meccanici.²⁶

²⁶ STEFANO SANDRONE, MARCO BACIGALUPPI, MARCO GALLONI et al., *Angelo Mosso (1846-1910)*, «Journal of Neurology», 259 (11), 2012, pp. 2513-2514.