Rendiconti
Accademia Nazionale delle Scienze detta dei XL
*Memorie di Matematica e di Scienze Fisiche e Naturali*
100° (1982), Vol. VI, fasc. 13, pagg. 129-134.

GIUSEPPE MORUZZI (*)

# Carlo Matteucci e la rinascita degli studi elettrofisiologici in Italia

SUMMARY. — The fundamental contributions of Carlo Matteucci to the development of Electrophysiology are described and discussed.

Il bicentenario dell'Accademia dei XL può rappresentare un'occasione per riprendere in esame i contributi fondamentali che Carlo Matteucci ha dato alla elettrofisiologia. Egli infatti fu chiamato a far parte della nostra Accademia nel 1840, quando si trovava al culmine della sua attività di studioso, e fu per quasi trenta anni tra i suoi soci più autorevoli e attivi. Matteucci era presidente dell'Accademia dei XL quando presentava, il 29 Febbraio 1868, la sua ultima, fondamentale memoria sul meccanismo della propagazione dell'impulso nervoso. Pochi mesi dopo, nel Giugno 1868, moriva.

E' a tutti noto che l'elettrofisiologia è nata in Italia alla fine del secolo XVIII come conseguenza della famosa controversia scientifica fra Galvani e Volta. I due grandi contendenti non vissero abbastanza a lungo per rendersi conto che entrambi avevano ragione. L'esperimento fatto dal Galvani nel 1798, un anno prima della sua morte, aveva dimostrato, al di là d'ogni possibilità di dubbio, l'esistenza dell'elettricità animale. Ma le ricerche fatte dal Volta tra il 1787, sotto lo stimolo del primo esperimento del Galvani, al 1800, l'anno della scoperta della pila, avevano dimostrato che era possibile un'interpretazione puramente fisica della causa della scossa prodotta dal contatto metallico con il preparato neuromuscolare di rana.

Questa visione equanime della controversia famosa fra Galvani e Volta è ora da tutti accettata. Ma alla morte del Galvani i tempi non erano maturi perché essa venisse accolta. Anche sul piano delle vicende umane Alessandro Volta appariva ai più come l'indiscusso vincitore. A lui erano andati tutti i riconoscimenti

(*) Uno dei XL. Istituto di Fisiologia dell'Università di Pisa.

ISSN: 0392-4106 0392-4130

e gli onori, culminati nel 1800 con la presentazione alla *Académie des Sciences* della pila, in una seduta famosa a cui aveva preso parte anche il primo Console Napoleone Buonaparte. La sorte era stata invece assai meno benigna per Luigi Galvani. Egli moriva nel 1799 dopo essere stato privato anche della cattedra perché aveva rifiutato di prestare giuramento alla Repubblica Cisalpina.

Nei trenta anni che seguirono la morte del Galvani la dottrina dell'elettricità animale sembrava quasi dimenticata e comunque non suscitava nuove ricerche. Eppure nel 1828 era apparso un lavoro del Nobili in cui la corrente elettrica del preparato neuromuscolare di rana veniva misurata con un sensibile galvanometro. L'ipotesi della natura termoelettrica di questa corrente avanzata dal Nobili, così manifestatamente infondata, è un chiaro esempio della riluttanza ad accogliere la dottrina dell'elettricità animale per spiegare fatti la cui esistenza non poteva essere negata.

Il primo grande merito di Matteucci è stato dunque quello d'aver riportato l'elettricità animale al centro dell'interesse degli studiosi con una serie mirabile di ricerche che l'occuparono per otto anni, tra il 1836 e il 1844. Ricorderemo brevemente i risultati da lui ottenuti, che possono essere suddivisi in tre gruppi: le ricerche sul meccanismo nervoso della scarica elettrica della torpedine, i lavori sulla corrente propria della rana, ed infine la scoperta dei potenziali d'azione con il metodo della scossa indotta.

Carlo Matteucci era nato a Forlì nel 1811 e si era laureato in fisica a Bologna nel 1828, a soli 17 anni. Dopo un soggiorno di otto mesi a Parigi, ove aveva conquistato la stima di scienziati come Arago e Becquerel, il Matteucci aveva cominciato a lavorare da solo nella casa paterna, utilizzando il preparato neuromuscolare del Galvani.

Il primo suo lavoro di fondamentale importanza era stato presentato nel 1837 alla *Académie des Sciences*. Il Matteucci dimostrava in esso che le scariche elettriche della torpedine erano prodotte da impulsi nervosi che nascevano in una formazione anatomica situata nel rombencefalo, a cui egli diede il nome di *lobo elettrico*. Con un paragone che a noi può sembrare ovvio, ma che richiedeva allora una straordinaria capacità di penetrazione ed il potere di vedere i legami che uniscono osservazioni fra loro lontane, il Matteucci metteva in luce l'analogia che passava fra la contrazione del muscolo striato e la scarica elettrica della torpedine. Come la scarica dei motoneuroni spinali trasmessa dalle fibre nervose motrici è causa delle contrazioni del muscolo striato di rana; così, egli diceva, la scarica dei neuroni del lobo elettrico della torpedine, trasmessa attraverso apposite fibre nervose efferenti, metteva in attività l'organo elettrico.

Nel 1838 il Matteucci veniva nominato direttore della farmacia dell'Ospedale di Ravenna. Quivi egli affrontava il problema della natura delle correnti elettriche che producevano il fenomeno di Galvani. Seguendo il metodo di ricerca introdotto dal Nobili egli misurava con un galvanometro queste correnti, che chiamava *correnti di rana o correnti proprie*. Il Matteucci dimostrava che le correnti proprie non erano dovute a fenomeni termoelettrici, come credeva il Nobili, ma a una differenza di potenziale che si creava tra un punto leso e un punto

intatto del muscolo di rana. Questa differenza di potenziale dava origine a correnti elettriche che agivano come stimolo sul nervo motore, producendo la scossa muscolare osservata dal Galvani. Con successive ricerche il Matteucci abbandonava l'uso del galvanometro e ritornava alla zampa galvanoscopica del Galvani, che poteva essere considerata come un metodo sensibilissimo per mettere in evidenza correnti elettriche di debole intensità. Bastava che il nervo sciatico della zampa galvanoscopica toccasse la superficie d'un muscolo striato in due punti diversi, uno dei quali era stato leso, per osservare una contrazione del muscolo della rana. Sappiamo oggi che la corrente che stimolava il nervo della zampa galvanoscopica era prodotta dal fatto che il punto leso del muscolo è negativo rispetto a un punto integro. Solo alcuni anni dopo Du Bois-Reymond, utilizzando il galvanometro, dimostrava che la differenza di potenziale era dovuta al fatto che la membrana del muscolo a riposo era polarizzata. L'elettricità animale del Galvani era dunque la conseguenza dell'esistenza d'una polarizzazione di riposo fra l'interno e l'esterno delle fibre muscolari striate.

Nel 1840 il granduca Leopoldo II di Toscana, per consiglio di Alexander von Humboldt, nominava Carlo Matteucci professore di Fisica nell'Università di Pisa. Nel biennio successivo avveniva la scoperta della scossa indotta (1842). Anche per questa ricerca il Matteucci si serviva della zampa galvanoscopica alla Galvani per mettere in evidenza le piccole differenze di potenziale che si stabilivano tra il muscolo a riposo e il muscolo che si contraeva per effetto della stimolazione del suo nervo motore. Sappiamo oggi che la superficie del muscolo che si contrae è negativa rispetto alla superficie del muscolo a riposo. Se dunque il nervo sciatico della zampa galvanoscopica toccava gli arti inferiori della rana in due punti simmetrici, situati rispettivamente in corrispondenza dell'arto a riposo e dell'arto che si contraeva, il nervo veniva eccitato e questo suo stato veniva messo in evidenza dalla contrazione della zampa galvanoscopica.

La scoperta della scossa indotta era la prima prova dell'esistenza di correnti elettriche legate all'attività d'un muscolo scheletrico. Si può dire senza timore d'esagerare che tutte le ricerche del secolo XIX sono state rese possibili dal fatto che ogni muscolo scheletrico, ogni fibra nervosa, il cuore stesso quando pulsa producono correnti elettriche, le correnti d'azione.

Il Matteucci si rese subito conto del grande significato del fenomeno della scossa indotta, ma errò nell'interpretazione del suo meccanismo. Forse gli parve un fatto paradossale che la corrente d'azione, legata all'attività specifica del muscolo o del nervo, fosse dovuta a un'*oscillazione negativa* della polarizzazione di riposo come diceva il Du Bois-Reymond. Oggi anche questa idea ha subito una profonda modificazione e noi sappiamo che l'attività delle fibre muscolari o nervose è legata a un'inversione della polarizzazione della membrana. Ma è storicamente certo che il progresso delle nostre conoscenze doveva passare, e difatti passò, attraverso l'ipotesi di Du Bois-Reymond. Se Matteucci avesse pensato di utilizzare il galvanometro per lo studio delle correnti d'azione, come del resto egli stesso aveva fatto per registrare la corrente propria della rana, avrebbe visto il fenomeno che Du Bois-Reymond scopriva pochi anni dopo.

Eppure nessuna difficoltà di natura teorica o sperimentale impediva al Matteucci di compiere questo passo decisivo nel momento più alto della sua attività scientifica. Il Becquerel (1842) aveva dato l'interpretazione giusta del fenomeno non appena aveva avuto notizie della memoria presentata all'Académie des Sciences dal fisico italiano; il Du Bois-Reymond iniziava l'anno seguente (1843) l'indagine galvanometrica del potenziale d'azione e nel 1848 gettava le basi della nuova elettrofisiologia con il suo trattato *Untersuchunge über thierische Elektrizität.* Non v'è dubbio che la sensazione d'avere perso una grande occasione della sua vita dovette turbare profondamente il Matteucci. Nel 1844 il Matteucci riassumeva nel suo *Traité des phénomènes électrophysiologiques des animaux* le ricerche da lui condotte in otto anni di attività intensa e straordinariamente feconda. Ma dopo quella data egli appare disorientato e come incapace di portare nuovi contributi di idee e di esperimenti allo studio delle correnti d'azione.

In un saggio storico [1] ho cercato di trovare le ragioni del precoce esaurirsi di tanta potenza creativa. Non si tratta di un affievolimento dell'interesse per la ricerca scientifica, né d'un venir meno della potenza dell'ingegno. Pur prendendo parte molto attiva al Risorgimento, Matteucci aveva infatti continuato a presentare comunicazioni alle Accademie, a tenere lezioni di elettrofisiologia e a pubblicare monografie. Ma gli anni produttivi sembravano ormai appartenere al passato.

Eppure il Matteucci non aveva ancora detto l'ultima parola. Verso la fine della sua vita, gravemente ammalato, egli trovava nello studio dei modelli fisici del nervo un nuovo indirizzo di ricerca che gli permetteva di lasciare un'altra orma non peritura nel progresso delle scienze elettrofisiologiche. La memoria comunicata nel 1868 all'Accademia dei XL è dedicata alla *teoria fisica dell'elettrotono.* In essa il Matteucci giungeva alla conclusione che « il nervo, nello stato d'integrità può essere paragonato a un filo metallico con uno strato umido conduttore » e affermava che il cilindrasse della fibra nervosa « rappresenterebbe il filo metallico e la materia liquida e le guaine del nervo che circondano il cilindrasse figurerebbe come quello strato umido ».

Queste conclusioni del Matteucci sono ora considerate come la prima enunciazione della teoria della fibra nervosa come « conduttore a cavo ». Hermann (1872, 1873) ha chiamato queste conclusioni il « fenomeno di Matteucci » e l'ha utilizzato per la costruzione d'una teoria dell'elettrotono fisico [2].

Il Matteucci ha portato contributi anche alla fisica che però non possono essere paragonati ai risultati ottenuti nel campo dell'elettrofisiologia. Dal 1848 al 1868 egli ha avuto una posizione importante nella vita politica italiana: è stato senatore, ministro della pubblica istruzione, membro del Consiglio Superiore. Una esposizione completa della sua opera come uomo politico si trova nella biografia pubblicata da Nicomede Bianchi [3].

Socio della nostra Accademia dal 1840 ne fu l'animatore in un difficile periodo storico e ne divenne Presidente nel 1866.

L'opera scientifica a cui il Matteucci ha legato per sempre il suo nome è stata compiuta in soli otto anni, dal 1836 al 1844. La bibliografia è vastissima ma la lettura delle due monografie del 1840 [4] e del 1844 [5] seguita dalle tre Memorie

inviate nel 1845 e pubblicate nel 1846 sulla corrente muscolare [6], sulla corrente propria della rana [7] e sulla contrazione indotta [8] e della memoria presentata all'Accademia dei XL nel 1868 [9] è sufficiente per una conoscenza non superficiale della sua attività di studioso.

Un criterio per giudicare il valore dell'opera d'uno scienziato è dato dall'influenza che essa ha esercitato sul pensiero e sull'attività sperimentale degli altri ricercatori. Nel suo trattato del 1848 il Du Bois-Reymond racconta che nel 1840 il suo Maestro, Johannes Müller, gli aveva messo in mano la prima monografia del Matteucci che era allora appena uscita consigliandolo ad avviarsi per quella strada, che appariva tanto fruttuosa. Du Bois-Reymond era allora un giovane studente di 22 anni e quella lettura doveva esercitare un'influenza decisiva sulla sua vita di studioso e sull'attività scientifica degli elettrofisiologi del secolo XIX.

## Bibliografia


[1] G. Moruzzi, *L'opera elettrofisiologica di Carlo Matteucci.* « Physis », *6*, 101-140, 1964.

[2] G. Moruzzi, *Il contributo di Carlo Matteucci alla creazione del modello fisico del nervo.* « Physis », *11*, 408-417, 1969.

[3] N. Bianchi, *Carlo Matteucci e l'Italia dei suoi tempi.* Torino, Bocca, 1874, pp. XII+595.

[4] C. Matteucci, *Essai sur les phénomènes électriques des animaux.* Paris, Carilian. Goeury et V. Delmont, 1840.

[5] C. Matteucci, *Théorie des phénomènes électriques des animaux.* Paris. Fortin et Masson, 1844.

[6] C. Matteucci, *Ricerche elettrofisiologiche. Corrente Muscolare.* Prima Memoria, Memorie Società Italiana delle Scienze, Vol. XXIII, p. 2, pag. 268 (1846).

[7] C. Matteucci, *Della corrente propria della Rana.* Seconda Memoria, ibidem, Vol. XXIII, p. 2, pag. 286 (1846).

[8] C. Matteucci, *Sulla contrazione indotta.* Terza Memoria, ibidem, Vol. XXIII, p. II, pag. 356 (1846).

[9] C. Matteucci, *Sulla teoria Fisica dell'elettrotono dei nervi*, ibidem, Serie III, Vol. 1, p. II, pag. 93 (1868).