

NATURALMENTE

Fatti e trame delle Scienze

anno 25 • numero 1 • febbraio 2012

trimestrale

Poste Italiane SpA - Spedizione in abbonamento postale - D. L. 353/2003 (conv. in L. 27/02/2004 n. 46) art. 1, comma 1, CB PISA

Moruzzi e Matteucci, due grandi italiani

Marco Piccolino

L'opera elettrofisiologica di Carlo Matteucci

Giuseppe Moruzzi

I percorsi della scienza nel XXI secolo

Luciano Cozzi

La candela

Elio Fabri

L'eredità del Novecento

Stefania Consigliere

Geologia non intuitiva:

si può prevedere il passato?

Marco Tongiorgi

Uno storno per amico

Stefania Bracci

Ex uno plures

Vincenzo Caputo

Kerangas preziose alleanze e altre strategie

di sopravvivenza

Nicola Messina

Arte e scienza

Matilde Stefanini

Il verziere di Melusina

Laura Sbrana

Recensioni

Il cacciavite e l'oliatore

Vincenzo Terreni

Lettere



ETS

NATURALMENTE

anno 25 • numero 1 • febbraio 2012 trimestrale

Spedizione: Poste Italiane SpA - Spedizione in abbonamento postale - D. L. 353/2003 (conv. in L. 27/02/2004 n. 46) art. 1, comma 1, CB PISA

Iscrizione al ROC numero 16383

Direttore responsabile: Luciano Luciani

Segretario di redazione: Enrico Pappalettere
(e.pappalettere@alice.it) 3487934426

Redazione: Sandra Bocelli, Francesca Civile, Brunella Danesi, Fabio Fantini, Fabrizia Gianni, Vincenzo Terreni, Isabella Marini

Impaginazione: Vincenzo Terreni
(terreni@naturalmentescienza.it)

Edizione e stampa: ETS Piazza Carrara, 16-19 PISA - tel. 050 29544 - fax 050 20158

Proprietà: ANISN - Pisa c/o Museo di Storia naturale e del Territorio, Via Roma, 79 - 56011 Calci (Pi)

Abbonamenti:

Conto Corrente Postale n. 14721567

Banca Intesa - San Paolo

IBAN: IT 95 T 0306914020013958150114

Cassa Risparmio di Lucca, Pisa e Livorno

IBAN: IT 96 A 062001401100000359148

Ordinario 20,00 euro; ordinario e CD tutto Naturalmente 30,00 euro; ordinario e tutto Naturalmente pdf 25,00 euro; sostenitore 35,00 euro; Scuole, Associazioni, Musei, Enti ecc. 27,00 euro; biennale 36,00 euro; estero 40,00 euro; singolo numero 8,00 euro; numeri arretrati 12,00 euro; copie saggio su richiesta.

Registrato il 25/02/1989 presso il Tribunale di Pisa al n. 6/89

Informazioni: www.naturalmentescienza.it

050/571060-7213020; fax: 06/233238204

Un ringraziamento particolare alle case editrici

ZANICHELLI e **BOVOLENTA**

per l'aiuto alla realizzazione di questo numero

Collaboratori

Maria Arcà Centro studi Ac. Nucleici CNR Roma

Maria Bellucci doc. St. Fil. Prato

Claudia Binelli doc. Sc. Nat. Torino

Marcello Buiatti doc. Genetica Università di Firenze

Luciana Bussotti doc. Sc. Nat. Livorno

Stefania Consigliere dip. Antropologia Università di Genova

Luciano Cozzi doc. Sc. Nat. Milano

Tomaso Di Fraia dip. Archeologia Università di Pisa

Elio Fabri doc. Astronomia Università di Pisa

Tiziano Gorini doc. Lettere Livorno

Alessandra Magistrelli doc. Sc. Nat. Roma

Pieggiacomo Pagano ENEA Bologna

Marco Piccolino doc. Fisiologia e Storia della Scienza
Università di Ferrara

Giorgio Porrotto cultore di politica scolastica Roma

Laura Sbrana doc. Lettere Pisa

Marco Tongiorgi doc. Stratigrafia Università di Pisa

Maria Turchetto Dipartimento Filosofia e Beni culturali

Università *Ca' Foscari* di Venezia

Hanno collaborato a questo numero

1. Moruzzi e Matteucci, due grandi italiani

Marco Piccolino

2. L'opera elettrofisiologica di Carlo Matteucci

(prima parte) Gli anni della giovinezza

Giuseppe Moruzzi

9. I percorsi della scienza nel XXI secolo Il 2007

(parte ottava)

Luciano Cozzi

14. La candela

Elio Fabri

21. L'eredità del Novecento La costruzione di un

umano (prima parte)

Stefania Consigliere

28. Geologia non intuitiva: si può prevedere il passato?

Marco Tongiorgi

33. Ex uno plures Il paradosso evolutivo della poliembrionia

Vincenzo Caputo Dipartimento di Scienze della Vita e dell'Ambiente Università Politecnica delle Marche

37. Kerangas preziose alleanze e altre strategie di sopravvivenza

Nicola Messina Naturalista e viaggiatore Pisa

41. Arte e scienza Del Colore e dei Colori I Gialli 1

(e l'oro)

Matilde Stefanini

46. Il verziere di Melusina L'ananas

Laura Sbrana

49. Recensioni

Paola Gallo, Anna Maria Rossi, Francesca Civile, Luciano Luciani, Paola Vita Finzi

55. Il cacciavite e l'oliatore

Vincenzo Terreni

57. Lettere

59. Uno storno per amico

Stefania Bracci Segreteria ECM datre S. R. L. Unipersonale

Degli articoli firmati sono responsabili gli Autori

Fonti delle illustrazioni

Marco Tongiorgi ha gentilmente fornito le illustrazioni di questo numero provenienti dalla sua collezione

Moruzzi e Matteucci, due grandi italiani

MARCO PICCOLINO

L'iniziativa di *NATURALMENTE* di ripubblicare, a quasi cinquant'anni dalla sua prima apparizione nel 1964, il saggio che il grande neurofisiologo italiano Giuseppe Moruzzi (1910-1986), famoso soprattutto per i suoi studi sul meccanismo di regolazione del ciclo sonno-veglia nei mammiferi, dedicò all'opera elettrofisiologica di Carlo Matteucci (1811-1858), va a merito di questa rivista, e questo non solo per l'importanza storico-scientifica del saggio, nel quale Moruzzi ricostruisce in modo accurato e con grande competenza le indagini elettrofisiologiche condotte da Matteucci, ma anche perché si rende in questo modo omaggio a due grandi italiani, che a distanza di quasi esattamente cento anni l'uno dall'altro si trovarono, pure in circostanze diverse (fase risorgimentale per Matteucci, ricostruzione post-bellica per Moruzzi), a creare un centro di ricerca di altissimo livello nella stessa città, Pisa, il luogo dove *NATURALMENTE* è nata e continua nel suo difficile sforzo di contribuire allo sviluppo e alla diffusione della cultura scientifica in un mondo in cui la scienza non sembra aver posto. Si intende la scienza non come pura tecnologia (di cui il mondo moderno è sempre più ingordo), ma come attività umana dai forti contenuti etici, tentativo di contribuire non solo al progresso materiale ma anche alla maturazione intellettuale dell'umanità, e al suo affrancamento da condizionamenti esterni. Questa era la scienza di Galileo, e questa fu la scienza di Matteucci e Moruzzi, il primo impegnato attivamente a ricostruire e soprattutto attraverso la scienza (ma non solo), la dignità e la volontà di affrancamento degli italiani nel corso della complessa fase risorgimentale. Questa fu pure la scienza di Moruzzi, interprete in prima persona di quel risveglio morale e culturale dell'Italia uscita dagli anni del fascismo e della guerra, l'Italia che fu grande non solo per i suoi tanti scrittori, i suoi straordinari registi, i suoi imprenditori e uomini politici che contribuirono al miracolo economico del secondo dopoguerra, ma anche per i suoi scienziati. È ragionevole supporre che l'interesse per le ricerche elettrofisiologiche di Matteucci fosse nato in Moruzzi (intellettuale a pieno campo con un amore particolare per la storia risorgimentale), non solo dalla generale affinità di queste ricerche con gli studi neurofisiologici che egli stava compiendo in quegli anni, ma dalla sensazione che a Matteucci fosse accaduto, nel 1840, qualcosa di analogo a quello che era accaduto a lui stesso circa cent'anni dopo, nel 1949: trovarsi giovane, ma avendo ottenuto già risultati di grande rilievo internazionale, nelle circostanze di poter con-

tinuare le proprie ricerche in un ambiente favorevole e di creare un centro propulsivo per le indagini sperimentali in Italia. Nel caso di Matteucci questo fu dovuto soprattutto alla lungimiranza del Granduca Leopoldo II che nel 1839 aveva affidato a un singolare personaggio, Gaetano Giorgini, ingegnere formatosi all'*Ecole Polytechnique* di Parigi, il compito di riformare l'ateneo pisano, dandogli la libertà di chiamarvi i giovani scienziati più promettenti dell'epoca. Nel caso di Moruzzi erano state le scelte dei decision-makers dello stesso ateneo (era allora rettore Enrico Avanzi e preside della Facoltà di Medicina Vincenzo Rossi) che, davanti al rischio di una chiusura definitiva o del declassamento di una università dalla storia gloriosa, avevano lasciato da parte i piccoli giochi accademici e avevano chiamato a Pisa studiosi di valore; tra questi Giuseppe Moruzzi che, insieme a Horace Magoun, aveva appena compiuto, alla Northwestern University di Chicago, gli esperimenti alla base della scoperta di strutture che presiedono al controllo dello stato di vigilanza del cervello, il "Sistema reticolare ascendente". Come è ben evidente dalla conclusione del saggio su Matteucci, Moruzzi percepiva le straordinarie potenzialità della giovinezza e sapeva che cosa un giovane può realizzare quando è messo nelle circostanze di operare. Questo risalta anche dalle parole di una intervista rilasciata nel 1982 alla studiosa americana Louise Hanson Marshall, nella quale così descrive la situazione in cui si trovò arrivando a Pisa nel 1949:

"I fondi per la ricerca furono generosamente forniti dalla Fondazione Rockefeller e così ebbi tutto il materiale necessario per formare una unità di ricerca. L'Istituto era stato creato prima della prima guerra mondiale ed era molto grande. Ma allora, nel 1949, era vuoto perché molto era stato asportato durante la seconda guerra mondiale. Avevo l'edificio, avevo i miei strumenti americani, e avevo un giovane uomo (me stesso) pienamente preparato. Utilizzai il denaro ricevuto dagli USA per mandare avanti la ricerca, così i fondi italiani disponibili, del Ministero e dell'Università, li impiegai per la biblioteca. In questo modo fui in grado di creare una buona biblioteca, cosa che ritenevo indispensabile. Nel frattempo cominciavano ad arrivare delle persone. Gli anni Cinquanta furono anni ottimi, perché i giovani erano ansiosi di far parte dell'Istituto; lo stipendio era modesto, ma si dedicavano al loro apprendistato a tempo pieno. Poi cominciarono ad arrivare ricercatori dall'estero."

Parole che dovrebbero far riflettere chi ha in mano ora le sorti dell'Italia, un paese in cui si investe poco sulla scienza e pochissimo sui giovani. Si dirà che sono momenti difficili dal punto di vista economico e non ci sono risorse per questo. A chi crede che l'Italia e l'Europa siano destinate a un lungo e inarrestabile declino rivolgiamo, chiudendo questa nostra introduzione, le parole che Giuseppe Moruzzi pronunciò in America nel 1948, nel corso di un convegno scientifico, rispondendo a chi gli chiedeva con quale animo egli si apprestava a rientrare in un paese terribilmente segnato dagli eventi bellici:

“Spero che in futuro la nostra ricerca scientifica darà credito alla convinzione di molti di noi che il vecchio continente è ancora vivo. L'Europa ha passato momenti peggiori dopo la caduta di Roma, e tuttavia è stata capace da sola di dar vita alla civiltà occidentale. Mi sono spesso chiesto che cosa provassero gli uomini di cultura di questi secoli miserandi e sono convinto che il loro sentimento dominante non potesse essere che la disperazione. E tuttavia all'inizio del XII secolo qualcosa di insperato avvenne, e gli uomini cominciarono a costruire cattedrali, a fondare università, a irrigare

terreni. Era l'alba del Rinascimento e della cultura moderna, della nostra cultura. Non sappiamo quale sia il nostro posto attuale nel processo di civilizzazione, ma siamo fiduciosi che l'Europa abbia ancora tanto da dare alle scienze umane e naturali.”

Questo sentimento di speranza sia il messaggio che NATURALMENTE vorrebbe trasmettere pubblicando il saggio di Moruzzi su Matteucci, un testo che lega due uomini che contribuirono a fare grande l'Italia in due momenti della storia del nostro Paese difficili, ma ricchi di risorse umane ed intellettuali.

Marco Piccolino

Nota della Redazione

NATURALMENTE segnala con piacere che nel 2010 Marco Piccolino è stato co-autore di un bel libro, molto ricco anche dal punto di vista della documentazione fotografica: Meulders Michel, Marco Piccolino, Nicholas J. Wade, 2010 *Giuseppe Moruzzi: ritratti di uno scienziato* Pisa, ETS, pubblicato in corrispondenza del centenario della nascita di Giuseppe Moruzzi e in relazione con il bicentenario della nascita di Matteucci, e anche nel clima delle celebrazioni dei 150 anni dell'Unità d'Italia.

L'opera elettrofisiologica di Carlo Matteucci ⁽¹⁾ (prima parte)

Gli anni della giovinezza

GIUSEPPE MORUZZI

Il primo lavoro elettrofisiologico del Matteucci apparve il 10 Novembre 1830. L'autore, nato a Forlì il 20 Giugno 1811, aveva allora solo 19 anni ed era da poco ritornato da un soggiorno di 8 mesi a Parigi. S'era laureato in Fisica, all'Università di Bologna, il 7 Aprile 1828, quando non aveva ancora compiuto 17 anni, e il suo interesse per lo studio dell'elettricità era già attestato da due pubblicazioni di carattere meteorologico uscite rispettivamente nel 1827 e nel 1829. Il principale biografo del Matteucci, Nicomede Bianchi (1874), racconta che a Parigi il giovanissimo fisico italiano si era già guadagnato l'amicizia e la stima di scienziati come Arago e Becquerel.

L'opera elettrofisiologica a cui il Matteucci deve fama non peritura inizia nel 1836. Essa si può dividere in tre parti: ricerche elettrofisiologiche sui pesci elettrici, ricerche sui potenziali di demarcazione del muscolo, ricerche sui potenziali d'azione muscolare. Di ciascuna di queste parti verrà detto nella presente trattazione che

terminerà con una esposizione storica della famosa polemica con il du Bois-Reymond, e con un tentativo di valutazione dell'opera e della personalità scientifica di Carlo Matteucci.

Le ricerche sui pesci elettrici

Nel 1836 il Donné presentava alla *Académie des Sciences de Paris* una lettera di Matteucci in cui veniva riportata per la prima volta la prima, grande scoperta fatta dallo studioso italiano: i centri nervosi che determinano la scarica dell'organo elettrico della torpedine. Ecco il risultato principale del lavoro (p. 431):

“Quando la torpedine, comunque stimolata, non appare più in grado di dare la scarica elettrica, se si mette il cervello allo scoperto, e se si tocca prima leggermente l'ultimo lobo del cervello, quello che dà i nervi all'organo, si ottengono delle scariche (tre o quattro) più forti del solito, e che vanno costantemente dal dorso al basso ventre. Se invece di toccare semplicemente la superficie

del cervello, la si colpisce con forza, allora si ottengono ulteriori scariche molto forti.”

Nel 1837 Matteucci presentava all'*Académie des Sciences* la sua memoria fondamentale sui meccanismi nervosi che regolano la scarica elettrica delle torpedine (1837, pp. 502-503):

“La legatura dei nervi distrugge la scarica. Quanto al cervello, se si irritano i tre lobi superiori, non vi è scarica, e questi possono anche essere asportati senza che la scarica cessi. Si può tagliare il midollo allungato e il midollo spinale, e la scarica continua ancora. E' solo il quarto lobo, che possiamo chiamare lobo elettrico, che non può essere toccato senza che si produca la scarica; la sua rimozione comporta d'altra parte una completa scomparsa di ogni fenomeno elettrico. Bisogna osservare tuttavia che dalla stimolazione dei nervi dell'organo, anche dopo che questo è stato separato dal cervello, possono ancora dare qualche scarica se, immediatamente dopo l'isolamento dell'organo, i nervi vengono sottoposti a piccoli stiramenti.

Una volta che la torpedine è morta, nel senso della apparente perdita delle sue capacità elettriche, si possono ancora ottenere delle forti scariche, anche più forti dell'ordinario se si tocca il lobo elettrico. L'azione di questo lobo, in questo caso, è diretta, ovvero se si tocca la parte destra, è l'organo destro che dà la scarica, e, viceversa, è soltanto in questo modo che si può avere la scarica di un singolo emiorgano della torpedine.”

L'effetto della sezione dei nervi era già stato visto dal Galvani, ma la scoperta del lobo elettrico si deve al Matteucci. Così conclude l'Autore:

“1° Dall'ultimo lobo del cervello è prodotto e trasmesso all'organo l'elemento necessario alla scarica ed alla direzione di questa;

2° non è dunque nell'organo che questo elemento è prodotto;

3° una corrente elettrica carica l'organo come fa questo elemento;

4° vi è nei nervi una condizione, oltre a quella di far passare la corrente elettrica, perché l'organo elettrico funzioni.”

In tal modo la localizzazione delle strutture nervose che determinano la scarica dell'organo elettrico e la loro eccitabilità agli stimoli venivano dimostrati per la prima volta con cristallina chiarezza. Nella seduta del 6 novembre 1837, tenutasi sotto la presidenza del Magendie, una commissione formata dagli accademici Breschet, Pouillet e Becquerel riferiva sulla comunicazione del Matteucci, ne metteva in luce l'importanza e l'originalità, ed unanime proponeva che essa venisse accolta nel *Recueil des Savans étrangers*.

La discussione del rapporto di Becquerel, presente il Matteucci, ebbe punti aspri per una questione di priorità sollevata dal Linari, uno studioso di Siena, contro il Matteucci. Essa riguardava un fenomeno di scarsa

importanza: la produzione di scintille dalla torpedine. La commissione aveva stabilito “che il Sig. Matteucci ha avuto per primo l'idea di utilizzare a questo scopo l'apparato della extracorrente di Faraday, di cui il Sig. Linari ha fatto uso solo dopo averne avuto il suggerimento dal suo compatriota” (1837b, p. 790).

Un solo membro dell'Accademia, un insigne matematico d'origine italiana, il Libri, si opponeva al Rapporto, dicendo che la Commissione non aveva prove sufficienti per decidere sulla questione di priorità. Si dichiarava inoltre contrario all'inserzione della Memoria nel *Recueil* con queste parole (pp. 795-796):

“Il Sig. Libri (2) ritiene invece che ci si debba astenere, in questo caso, come ci si è astenuti quando il Sig. Matteucci ha annunciato all'Accademia delle scoperte ancora più clamorose, scoperte che l'Accademia non ha ritenuto, per mancanza di prove, di dover pubblicare nella raccolta dei *Savans étrangers*. Questo perché tale inserimento è segno di alta approvazione e perderebbe molto del suo pregio se fosse usato con prodigalità; e non è invece un mezzo per pubblicare. D'altro canto, la pubblicazione ha già avuto luogo nei *Comptes rendus*, e la lettera del Signore di Humboldt mostra che i lavori del Sig. Matteucci non hanno bisogno della tardiva pubblicità dei volumi dei *Savans étrangers*. D'altronde questa lettera che si invoca a supporto prova che lo stesso Signore di Humboldt non ha affatto verificato il fatto annunciato.

Non avendo la Commissione accordato la sua approvazione alla tesi del Sig. Matteucci (in quanto non ha potuto verificare il fatto principale né farsi una convinzione precisa), è opinione del Sig. Libri che non si dovrebbe dar luogo alla pubblicazione nella raccolta dei *Savans étrangers*.”

La risposta di Arago (pp. 796-797) merita d'essere ricordata. Essa è il più bell'omaggio all'opera del giovane scienziato di 26 anni.

“Rispondendo al Sig. Libri, il Sig. Arago sottolinea di non aver affatto espresso il desiderio che l'Accademia si pronunciasse su una questione di priorità. Tantomeno egli ha chiesto che i termini del rapporto fossero modificati. Esprimendo pubblicamente la sua *opinione personale* su un punto della storia della scienza di cui l'Accademia si era già occupata, egli ha voluto, per quanto questo possa dipendere da lui, riparare al torto fatto al Sig. Matteucci quando inseriva nel *Compte rendu* della seduta dell'11 luglio 1836, l'estratto di una lettera di questo fisico, senza distinguere chiaramente chi aveva progettato l'esperimento e chi l'aveva realizzato per primo.

Passando quindi alla questione di sapere se, come pensa il Sig. Libri, sarebbe contrario alle consuetudini dell'Accademia di votare l'inserimento nella raccolta dei *Savans étrangers*, di una memoria che raccolga i risultati di esperimenti che essa non ha potuto verificare,

il Sig. Arago fa notare che, adottando questo criterio, non accadrebbe quasi mai, perlomeno nelle scienze di osservazione, che l'Accademia approvi i lavori che le vengono sottomessi. Qualcuno ha preteso forse di imporre alle commissioni accademiche l'obbligo di ripetere, in tutti i loro dettagli, gli esperimenti delicati, difficili, numerosi, che sono descritti nelle lunghe memorie che ci sono inviate? *Quando possono farlo*, le commissioni verificano, qui e lì, alcuni punti importanti; se questa verifica parziale riesce, esse ammettono il resto, ma beninteso, sotto la responsabilità dell'autore. V'è di più, l'Accademia adotta completamente, e fa spesso inserire nella raccolta dei *Savans étrangers*, delle memorie di cui non è stata in condizione di verificare neanche un singolo risultato. L'Accademia ha forse preteso, per esempio, dal Sig. Arago che si recasse sulla sommità dei Pirenei prima di accordare la sua approvazione al bel rilevamento geodetico eseguito dal Sig. Corabeuf lungo questa catena di montagne, fra l'Oceano e il Mediterraneo? La Commissione attuale si è conformata alla consuetudine, ha fatto tutto ciò che si era in diritto di esigere. Ciò che essa ha potuto verificare, è risultato esatto. L'esperimento dei lobi della torpedine, il più semplice, forse il più facile di tutti quelli che il Sig. *Matteucci* cita, non è stato verificato per la semplice ragione che non ci sono torpedini a Parigi. Ebbene! La commissione lo fa presente. A mio avviso, dice il Sig. Arago, si tratta di un eccesso di precauzione; la facilità di questa particolare osservazione, l'esattezza constatata in tutte le altre, il successo che il Sig. *Matteucci* ha ottenuto in un gran numero di ricerche delicate, erano una garanzia sufficiente: di solito non viene richiesto di più.

In aggiunta, decidendo, conformemente al suggerimento della Commissione, che la memoria del Sig. *Matteucci* sia inserita nella raccolta dei *Savans étrangers*, l'Accademia manifesterà in modo chiaro il suo giusto interesse per una ricerca che tocca uno dei punti più delicati dell'organizzazione animale; essa stimolerà i ricercatori a indirizzare in questa direzione le loro attente investigazioni; è proprio questo il ruolo importante che l'Accademia si è sempre data, a cui si è sempre attenuta in occasioni simili e di cui è impossibile che abbia mai a pentirsi. Ecco d'altronde, aggiunge il Sig. Arago, in quali termini si parla degli esperimenti del Sig. *Matteucci* al di là del Reno; il passaggio che sto per leggere si trova in una lettera del Signore di Humboldt: *ciò che mi ha più impressionato in questi ultimi tempi, è la grande scoperta del Sig. Matteucci sull'azione del solo quarto lobo del cervello della torpedine?*

Alla fine, la decisione dell'Accademia è favorevole in pieno al Matteucci (1837b, p. 797):

“L'Accademia adotta le conclusioni del rapporto. La memoria del Sig. Matteucci sarà stampata nella raccolta dei *Savans étrangers*”.

La scena penosa provocata dal Libri viene così descritta dal Matteucci in una lettera scritta da Parigi all'amico ginevrino, Auguste De la Rive (3), che riportiamo nella traduzione italiana del Bianchi.

“Vi dirò una parola sulla scena della seduta di ieri. Quale scandalo, mio caro amico. Il solo italiano dell'Istituto, un mio vecchio amico, Guglielmo Libri, egli, il disgraziato, che dieci minuti prima della lettura del Rapporto mi aveva stretto la mano e poi aveva parlato del recente elogio fattomi da Humboldt, mi si è dichiarato avverso. È impossibile che vi figuriate il senso di disgusto svegliatosi negli astanti. Voi sapete come ordinariamente si voti. Ebbene, questa volta tutti i membri si sono alzati; egli solo è rimasto seduto” (Bianchi, 1874; p. 63).

Ma il Libri non era il solo a rimanere insensibile agli entusiasmi della *Académie des Sciences* e del barone di Humboldt. Nella quarta adunanza della Sezione di Fisica della prima riunione degli Scienziati italiani, tenutasi a Pisa il 9 Ottobre 1839, leggiamo (pp. 27-38): “Domanda la parola Carlo Bonaparte (4), Principe di Musignano, e propone che sia eletta una Commissione la quale assista alle ricerche anatomiche relative al quarto lobo del cervello che egli è per fare sulla torpedine; ed il Presidente deputa a ciò i Professori Orioli, Casari, Maiocchi, Zantedeschi, Belli e Pacinotti, non perché abbiano a proferir giudizio su quelle, ma solo ne debbano render noti alla Sezione i resultamenti; e dopo scioglie la seduta”.

Né il nome del Matteucci è ricordato nella relazione che della seconda Adunanza Generale fece il segretario generale, prof. F. Corridi. Il principe di Musignano⁴, pur avendo dissertato a lungo sulle nozioni che gli antichi avevano della torpedine, non deve essersi intrattenuto a lungo sulle ricerche del Matteucci, se il riassunto dato dal Segretario è fedele:

“Le pregevoli cose che disse il Lambruschini furono succedute da notizie di molto momento che andò esponendo in un'altra memoria il Principe di Musignano. Dopo avere con eletta erudizione narrato quanto sepper gli antichi intorno all'animale che in nostra lingua diciamo Torpedine, scese ad esporre tutte quelle cose che stimava utili ad illustrare, e rendere evidenti le proprietà elettriche di questo pesce, valendosi delle esperienze del celebre Nobili ed altre aggiungendone del proprio. Per tal guisa egli richiamava l'attenzione dei Fisici e dei Naturalisti su questa utile parte della scienza elettrica, e faceva sorgere un vivo desiderio che le lettere indirizzategli dal Nobili intorno a tale soggetto, rese più pregevoli ancora dalle sue nuove illustrazioni, veggano, quando si possa, la pubblica luce” (p. XXVII).

Solo in fondo alla relazione del Segretario si legge: “Quanto ai lavori fatti dalla Sezione fisico-chimica rispetto alla elettricità animale, il Segretario espone che

ad imitazione del Principe di Musignano si istituirono indagini sulla Torpedine per riconoscere i nuovi fatti pubblicati dal Matteucci; e che dai Proff. Puccinotti e Pacinotti si fecero accuratissime sperienze all'oggetto di chiarire se esista una corrente elettrovitale negli animali a sangue caldo, e in quelli non meno a sangue freddo, le quali sperienze ripetute alla presenza di una Commissione a tal uopo eletta, furono da essa stimate di molto conto" (p. XLV).

Ma dalla relazione non è dato sapere se i fatti pubblicati dal Matteucci furono confermati e se furono giudicati all'altezza degli esperimenti dei Proff. Puccinotti e Pacinotti.

Il terzo lavoro sulla torpedine veniva affidato al giornale *Bibliothèque Universelle de Genève*, di cui il De la Rive era direttore. In questo lavoro veniva dimostrato che la scarica degli organi elettrici non dipende dalla circolazione, veniva data la prova definitiva che la corrente galvanica faceva nascere nel lobo elettrico e nel nervo che da esso si diparte impulsi nervosi che determinano la scarica dell'organo. Vale le pena di riprodurre le parole stesse del Matteucci (1838a; p. 376), perché esse ci mostrano la cura con cui egli aveva controllata la possibile causa d'errore rappresentata dalla diffusione dello stimolo. Questa causa d'errore venne troppo spesso trascurata da fisiologi anche molto posteriori al Matteucci:

"Prendo una torpedine viva e ne scopro il cervello e i fasci nervosi che vanno all'organo. Pongo il pesce così preparato su una lastra di vetro verniciato; ricopro l'organo con delle rane preparate, vi metto anche i due puntali del galvanometro, uno sul dorso, l'altro sul basso ventre. A questo punto appoggio i due conduttori di una piccola pila a corona di tazze [pila di Cruickshank] di 15 coppie, su uno dei nervi dell'organo ad una distanza di due o tre centimetri. Si osservano immediatamente delle forti contrazioni nelle rane, l'ago del galvanometro devia da 8° a 10°. Questa deviazione avviene nel verso della scarica ordinaria. Invertendo il verso della corrente, si ottengono le stesse contrazioni, così come la stessa deviazione e nello stesso verso. Nessuna altra parte della torpedine, stimolata dalla corrente elettrica, anche se più vicina alle rane, produce alcun effetto. Si trova anche che le scariche ottenute dall'azione della corrente elettrica su uno dei nervi dell'organo sono limitate alla porzione dell'organo nel quale si propaga il nervo. Se il quarto lobo è percorso esso stesso dalla corrente elettrica, tutta la superficie dell'organo lancia la scarica. Quando i nervi sono legati, il passaggio della corrente al disopra della legatura non è più capace di stimolare la scarica. Dirò ancora che se l'esperienza viene eseguita su una torpedine ben viva, si vedono i segni della scarica, anche all'istante che la circolazione del fluido elettrico cessa."

Le ultime due righe riportano un'osservazione che contiene *in nuce* il fenomeno ora noto come *afterdischarge*.

Le conclusioni finali di questo lavoro sono l'espressione più completa della penetrazione scientifica del Matteucci. Il parallelismo, oggi da tutti accettato, fra organo elettrico e muscolo striato è espresso con chiarezza cristallina, ed altrettanto dicasi di certi riflessi del lobo elettrico (1830 a, pp. 377-378):

"Devo solo soffermarmi sulle conclusioni che si possono trarre dagli esperimenti riportati; spero che si riconoscerà che esse sono conseguenze necessarie dei fatti scoperti e che sono completamente indipendenti da ogni ipotesi. 1° Ogni azione esterna o stimolazione esercitata sul corpo della torpedine viva, e che determina la scarica elettrica, è trasmessa dai nervi del punto stimolato al quarto lobo del cervello. 2° Ogni stimolazione esercitata su questo quarto lobo, o sui nervi che ne fuoriescono e che vanno all'organo, è seguita da una scarica elettrica senza che si verifichi alcun tipo di contrazione. 3° Il legame che esiste fra il quarto lobo e i nervi che ne derivano da una parte, e la sostanza dell'organo dall'altra, è precisamente lo stesso di quello che si trova fra un nervo qualsiasi e i muscoli che esso innerva. Nel caso della torpedine, agendo sul quarto lobo e sui nervi, otteniamo la scarica elettrica; nell'altro caso, la contrazione. Tutte le cause che determinano o impediscono la contrazione sono le stesse che favoriscono o annullano la scarica della torpedine. Ciò vale anche per l'azione della corrente elettrica, e dobbiamo sottolineare a questo proposito che, al momento in cui ogni azione stimolante ha cessato di determinare la scarica della torpedine, la corrente elettrica conserva ancora questo potere. E' qui la più grande analogia che abbiamo fra la forza sconosciuta dei nervi e l'elettricità. Nell'attesa, possiamo registrare nella scienza la seguente conclusione: *La forza che si sviluppa e che circola nel sistema cerebrale e nervoso, è trasformata in elettricità con l'aiuto di una organizzazione speciale che la natura ha disposto in certi animali; e la corrente elettrica è l'agente esterno la cui azione è più potente nel determinare la scarica, e che, per conseguenza, ha la più grande analogia con l'agente nervoso.*"

Nelle ultime righe l'ipotesi della natura elettrica dell'impulso nervoso è espressa con prudenza e chiarezza.

La prova che la scarica riflessa dell'organo elettrico avviene attraverso centri riflessi sovra spinali, veniva data solo nel 1843 (1843a, p. 313):

"Introduco nello stomaco di una torpedine viva diverse gocce di una soluzione acquosa di estratto di noce vomica leggermente acidificata con acido cloridrico. Con la torpedine mantenuta fuori dell'acqua, si vedono pochi minuti dopo insorgere delle scariche spontanee, e si ottiene la scarica anche al minimo contatto col suo corpo. Se in una torpedine sottoposta all'azione di questo farmaco si seziona il midollo spinale, si osserva che le azioni meccaniche sul suo corpo portate al di

sotto del punto sezionato non sono più seguite da una scarica; questo significa in modo evidente che la scarica è prodotta attraverso un'azione riflessa mediata dal midollo spinale. I celebri lavori di Hall, di Flourens, di Müller hanno mostrato che nella rana narcotizzata si producono fenomeni simili di contrazione muscolare.”

Questi esperimenti sono sviluppati e completati nel *Traité des phénomènes électrophysiologiques des animaux* del 1844 (pp. 163-164):

“Ad una delle torpedine che era stata ridotta in questo stato, ho tagliato la metà del dorso del midollo spinale. Dopo questa operazione, si poteva toccare la parte del corpo al disotto del punto tagliato del midollo senza avere la scarica. Toccando al disopra, la scarica aveva luogo. Questo esperimento è sufficiente per provare che la stimolazione esterna era trasmessa dal punto toccato al cervello attraverso il midollo spinale. E' il caso dell'azione riflessa scoperta da Flourens e da Hall. Fra le cause esterne che influiscono sulla scarica elettrica della torpedine, bisogna considerare anche la stimolazione che si può indurre in essa comprimendola nelle differenti parti del corpo. Lo sfregamento sulle branchie è uno dei modi più sicuri per avere la scarica, come lo è anche la compressione dell'organo nel punto che corrisponde al passaggio dei nervi. La scarica ha luogo quasi sempre anche quando si piega il pesce in modo che la parte ventrale diventi concava.

Infine la compressione degli occhi e della cavità che si trova al disopra del cervello non manca mai di dare luogo a forti scariche elettriche. Se i nervi che penetrano in questa cavità sono legati o tagliati, questa compressione non produce più la scarica.”

Nello stesso trattato il Matteucci riassume in questo modo i risultati delle sue ricerche (pp. 180-181):

“1° La scarica elettrica della torpedine e la direzione di questa scarica dipendono dalla volontà dell'animale, che, per questa funzione, ha sede nel lobo elettrico del cervello.

2° L'elettricità è sviluppata da questo organo della torpedine che viene normalmente chiamato elettrico, sotto l'influenza della volontà.

3° Ogni azione esterna esercitata sul corpo della torpedine vivente, e che determina la scarica, è trasmessa attraverso i nervi dal punto stimolato al lobo elettrico del cervello.

4° Ogni stimolazione esercitata sul quarto lobo o sui suoi nervi non produce altri fenomeni che la scarica elettrica. Si può dunque chiamare questo lobo e i suoi nervi, lobi e nervi elettrici, come si dice nervi dei sensi, nervi motori, nervi della vita organica.

5° La corrente elettrica che agisce sul lobo o sui nervi elettrici non produce altro che la scarica dell'organo, e questa azione della corrente persiste più a lungo di quella di tutti gli altri stimoli.

6° Tutte le circostanze che modificano la funzione dell'organo elettrico agiscono ugualmente sulla funzione del muscolo, cioè sulla contrazione.”

Mirabile è l'attenzione che il Matteucci fisico dedicava alle strutture anatomiche dei pesci elettrici. Egli si era associato a questo scopo al suo collega pisano Paolo Savi, i cui *Studi anatomici sul sistema nervoso e sull'organo elettrico della torpedine*, erano usciti in un volume unico con il *Traité* del 1844. (Figg. 1, 2)

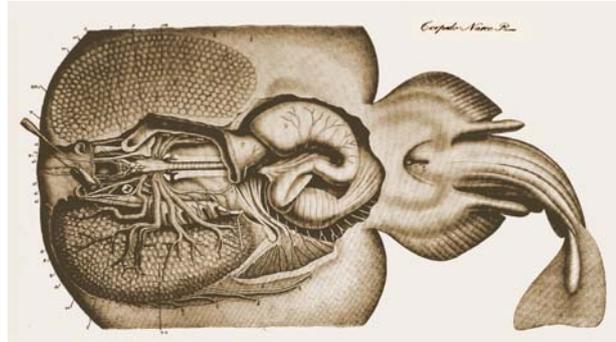


Fig. 1 Veduta dorsale di *Torpedo narve*, Risso (ora *Torpedo torpedo*). Organi elettrici. Si è levata la sola parte superficiale dell'organo elettrico destro e tutta la parte superiore dell'organo elettrico sinistro allo scopo di mettere in vista i tronchi nervosi che ad esso si distribuiscono. (da P. Savi, 1844, *Études anatomiques sur le système nerveux et sur l'organe électrique de la torpille*, Paris, Fortin, Masson et C. ie, Pl. II)

Ricopriva il posto di dissettore nell'Istituto del Savi il dott. Cesare Studiati, un giovane medico che nel 1856 doveva diventare professore di Fisiologia nella Facoltà di Medicina di Pisa. Il Matteucci consultava minuziosamente il giovane, coltissimo Collega, sulla disposizione anatomica dei pesci elettrici. Le lettere del Matteucci al prof. Studiati, che riproduciamo parzialmente per gentile concessione del figlio ing. Pietro Studiati, sono interessanti soprattutto per l'epoca in cui esse furono scritte. Sono cinque e appartengono manifestamente allo stesso periodo in cui il Matteucci stava preparando la IIª edizione del suo *Traité*. Non sono datate, ma devono essere state scritte fra il 1850 e il 1854. Vi si fa riferimento infatti al soggiorno del Matteucci a Corliano. Scrive Nicomede Bianchi (p. 204), riferendosi alla vita e alle abitudini del Matteucci durante il periodo che seguì ai disastri del 1849:

“Il soggiorno della campagna era divenuto conseguentemente per lui pressoché una necessità. Dall'anno 1850 il Matteucci poté soddisfare questa sua inclinazione abitando a Corliano, villa signorile situata ai piedi delle colline pisane a venti minuti sulla ferrovia da Pisa, rallegrata da stupende vedute, e da abbondevole verzura di secolari piante e di fecondi vigneti. In quella tranquilla campagna, Carlo condusse a termine alcuni dei suoi lavori scientifici più importanti”.

Vicinissimo a Corliano, a Molina di Quosa, era la villa dello Studiati e forse questa vicinanza aveva contribuito

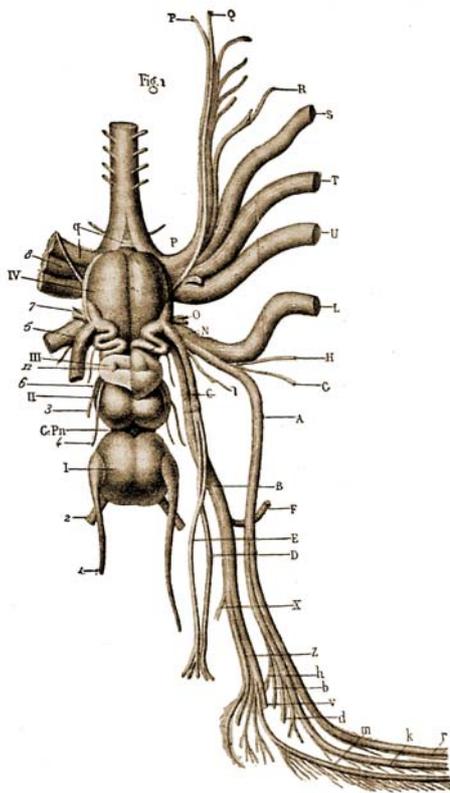


Fig. 2 *Encefalo e nervi encefalici di Torpedo narve*, Risso I. Cervello e nervi olfattivi (1). II. Lobi ottici e nervi ottici (2). III. Cervelletto -A destra è eliminata la parte superiore, per mettere in vista la cavità in rapporto con il IV ventricolo. IV. Midollo allungato e lobi elettrici. 3, 4, 4 6. Nervi del II, IV, V e VI paio. 7. Nervo acustico. 8. Nervo pneumogastrico. G. Pn. Ghiandola pineale. Rami del nervo trigemino (L) e del nervo pneumogastrico (P, Q, R, S, T, U) che vanno a distribuirsi all'organo elettrico. (da P. Savi, 1844, *Études anatomiques sur le système nerveux et sur l'organe électrique de la torpille*, Paris, Fortin, Masson et C. ie, Pl. III, Fig. 1).

a rinserrare i legami fra i due studiosi. Scriveva in una prima lettera il Matteucci da Pistoia:

“Ho bisogno, ma se puoi fallo subito, che tu mi dia in due o tre pagine al più una descrizione succinta dell'organo elettrico del gimnoto e del siluro del Nilo. Intendi che non posso chiederti un lungo lavoro, perché lo desidero subito, e perché dovendo servire (5) alla 2^o Edizione del mio *Traité* che preparo, non posso fare altrimenti”.

Continuava dicendo che gli interessava conoscere: “quale è la parte centrale del sistema nervoso che dà i nervi all'organo elettrico, quale sono i nervi dell'organo, come terminano i nervi dell'organo” ed inoltre voleva essere informato sui “prismi, o cellule degli organi, il numero di quei prismi, la grandezza relativa”. E terminava con un appello che susciterà le simpatie dei fisici che si occupano di biologia “Ti raccomando di nuovo di dirmi le cose elementari, le più sicure e quelle che più interessano il fisico”.

Ed in una lettera successiva, forse in risposta alle amichevoli proteste dello Studiati per l'eccessiva fretta

mostrata dall'amico, il Matteucci scriveva:

“Sei del mestiere e devi intendere bene che non posso sperare d'avere presto quelle notizie che aspetto da te”. Aggiungeva che desiderava che lo Studiati facesse in modo:

“da paragonare le strutture dell'organo della torpedine a quelle del gimnoto e del siluro [...] Le notizie che io ti ho chiesto sono, come credo d'averti scritto, per redigere un capitolo sulle strutture degli organi elettrici, e per un certo lato potrebbe risultarne un lavoro critico sulle cose fatte dagli altri. Ma da un'altra parte mi piace che questo lavoro critico abbia una buona base e nella speranza che tu trovi qualche novità, mi piace di non limitarti a riassumere le cose degli altri, ma invece di invitarti a verificarle e a studiare anche di nuovo la cosa. Ti dò 15 giorni, alla fine dei quali mi darai qualcosa di fatto. Se il soggetto ti piace, se viene fuori qualche cosa aspetterò per servirmi del tuo aiuto che tu abbia finito il lavoro. Non perdere di vista le questioni o i soggetti su cui ho specialmente chiamato la tua attenzione.

1) Nell'Organo del siluro ci sono prismi? o apparecchi simili a quelli della torpedine o del gimnoto?

2) Dove sono le estremità di questi prismi nel siluro, e cioè quelle estremità che sono la faccia ventrale e la dorsale per la torpedine, la testa e la coda per il gimnoto?

3) Va bene ciò che ha trovato, dopo Savi, Wagner (6) e che oggi è ammesso, quella distribuzione a pennacchio dei filamenti nervosi nei setti trasversi dei prismi?

4) Questa terminazione dei nervi è comune agli organi dei tre pesci elettrici considerati?

5) Nella materia albuminosa che riempie il globulo e lo spazio fra setto e setto entrano estremità di filetti nervosi? Oppure, questi sono tutti distesi e fanno parte dei setti?

6) Confronta fra gli organi dei tre pesci -torpedine, gimnoto, siluro- quanto alla disposizione delle cellule e dello spazio tra i setti.

7) Sono gli stessi nervi che vanno all'organo dei pesci elettrici?

8) C'è qualche cosa nel siluro e gimnoto che corrisponde al lobo elettrico della torpedine?”

Quel martellare incessante di domande ci danno un'idea della personalità del Matteucci assai meglio dei lavori compiuti. Eppure in quegli anni in cui l'altezza dell'ingegno e l'entusiasmo della ricerca apparivano così elevati, il mirabile impeto creativo della prima giovinezza s'era già spento. Le memorie del 1847 e del 1860 non porteranno nulla di nuovo alla fisiologia dei pesci elettrici. Riprenderemo questo problema, dopo aver constatato che le ricerche d'elettrofisiologia dei muscoli subirono, pochi anni dopo, la stessa sorte.

Giuseppe Moruzzi

Note

(1) Nella trascrizione del testo ci si è limitati ad alcuni interventi e, tra questi, il più importante, la traduzione in italiano delle numerose citazioni in lingue straniere (francese soprattutto). Abbiamo inoltre aggiunto a questa prima parte le figure 2 e 3. Per ragioni di spazio è stata inoltre omessa la bibliografia per la quale si rimanda all'appendice presente alle pagg. 555-590 della biografia di Matteucci scritta da Nicomede Bianchi (Bianchi, 1874 *Carlo Matteucci e l'Italia del suo tempo* Torino, Bocca).

Il testo è consultabile online al seguente sito: <http://www.archive.org/details/carlomatteucie00biangoo>

NATURALMENTE intende qui ringraziare Paolo e Giovanni Moruzzi, per aver consentito questa nuova edizione del testo del padre, prof. Giuseppe Moruzzi. Un particolare riconoscimento va a Marco Piccolino per aver segnalato alla rivista, di cui è fedele e apprezzato collaboratore, questa importante opportunità e a Brunella Danesi e Sandro Tropiano per il prezioso lavoro redazionale che ha reso possibile questa pubblicazione.

(2) Guglielmo Libri, insigne storico delle Matematiche, era nato a Firenze nel 1803. Nominato professore di fisica all'Università di Pisa nel 1823, emigrò per ragioni politiche in Francia nel 1830. Ivi ottenne a soli 29 anni la cattedra di Matematica al Collège de France e venne eletto per il 1833 membro dell'Académie des Sciences. Allo scoppio della rivoluzione del 1848 fuggì in Inghilterra. Venne poi condannato in contumacia, in Francia, per essersi appropriato di libri delle pubbliche Biblioteche. La condanna suscitò molte polemiche e venne attribuita da alcuni a odi politici, essendo stato il Libri un caldo fautore della Monarchia di Luglio. Tuttavia la prova dell'innocenza del Libri non fu mai data.

(3) Auguste de la Rive (1801-1873), fisico e uomo politico ginevrino, direttore della Biblioteca universale di Ginevra, era parente della madre di Cavour.

(4) Carlo Luciano Bonaparte, figlio di Luciano Bonaparte, principe di Canino e Musignano (1803-1857).

(5) Correggiamo qui un errore di trascrizione dalla lettera a Studiati. Moruzzi aveva letto qui "dedicarmi" invece che "servire". Notiamo inoltre che la seconda edizione del *Traité* a cui Matteucci lavorava non fu mai pubblicata [n.d.r.]

(6) Il fisiologo tedesco Rudolph Wagner aveva eseguito queste ricerche a Pisa nell'inverno 1846-1847. Le ricerche sui pesci elettrici formano oggetto dei primi 6 capitoli del suo libro *Neurologische Untersuchungen* Goettingen, G. H. Wigand, 1854; XVI+244 pp.

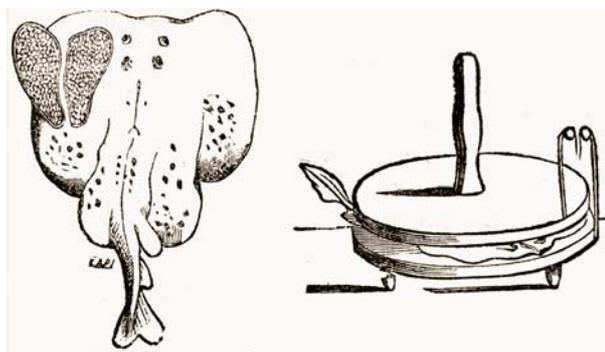


Fig. 3 *La scintilla nella torpedine*. Un disegno della torpedine con, a destra, una delle disposizioni sperimentali che permisero a Matteucci di ottenere una scintilla dalla scossa del pesce (da Matteucci, 1846 *Lezioni sui fenomeni fisico-chimici dei corpi viventi* Pisa: Vannucchi, immagini non numerate a p. 161 e 163; immagini simili sono presenti in altre opere dello scienziato forlivese).

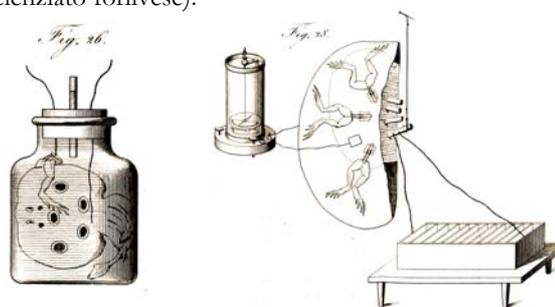


Fig. 4 *Esperimenti di Matteucci sulla torpedine*. Nella figura sono illustrati vari esperimenti condotti da Matteucci sulla torpedine e, in particolare, un esperimento in cui egli dimostra che la scossa non è accompagnata da un cambiamento di volume del corpo del pesce; un secondo esperimento in cui misura col galvanometro l'intensità elettrica della scossa, ed infine un terzo esperimento in cui studia gli effetti elettrochimici della corrente liberata dalla scarica del pesce. Le preparazioni di rana collocate sul corpo della torpedine servono a monitorare il verificarsi della scossa (da Matteucci, 1844 *Traité des Phénomènes Électro-Physiologiques des Animaux* Paris, Fortin, Masson et C. ie., Pl. III, Figg. 26 e 28).

