

ATTI
DELLA
REALE ACCADEMIA DEI LINCEI

ANNO CCCV.

1908

SERIE QUINTA

RENDICONTI

Classe di scienze fisiche, matematiche e naturali.

VOLUME XVII.

1° SEMESTRE.



ROMA

TIPOGRAFIA DELLA R. ACCADEMIA DEI LINCEI

PROPRIETÀ DEL CAV. V. SALVIUCCI

1908

Chimica. — *Selenio e iodio*. Nota di G. PELLINI e S. PEDRINA, presentata dal Socio G. CIAMICIAN.

Questa Nota sarà pubblicata nel prossimo fascicolo.

Fisiologia. — *Sull'origine dei movimenti respiratori dei pesci. L'importanza dell'ambiente fisico* (1). Nota del dott. UGO LOMBROSO, presentata dal Socio L. LUCIANI.

Nel 1873 Gréhant e Picard (2), lavorando sotto la direzione di Claude Bernard, fecero l'interessante osservazione che quando un pesce ha cessato di respirare, per esser stato tenuto, fino a diventar asfittico, in acqua priva di ossigeno, può riprendere a respirare se rimesso in acqua aerata, a condizione però, che la parte anteriore del muso venga a contatto col liquido. Se si immerge con tutto il corpo in acqua aerata, fuorchè col muso, la respirazione non riprende. Gréhant e Picard indussero da queste osservazioni la conclusione teoricamente importante che i movimenti respiratori nei pesci sono determinati da stimoli periferici. Ma queste osservazioni non ebbero seguito, perchè nè essi nè altri le continuarono, e lo studio della respirazione dei pesci rimase abbandonato quasi completamente fino a questi ultimi anni, quando specialmente per merito di Bethe (3) e Van Rynberk (4) si ebbe una generale ripresa di ricerche su questo argomento.

È stato Bethe che per aver nel 1903 riemessa la teoria di Gréhant e Picard, ha sollevato intorno al problema dell'origine dei movimenti respiratori nei pesci, vivi dibattiti, e data occasione ad un gran numero di ricerche di controllo. Al Van Rynberk poi spetta il merito d'aver indicato (1905) un metodo semplice ed esatto per la registrazione grafica dei movimenti respiratori, sussidio indispensabile allo studio minuto dei fenomeni meccanici della respirazione di questi animali.

Secondo Bethe i movimenti respiratori dei pesci sono di natura nettamente riflessa; il contenuto gassoso del loro sangue non avrebbe alcuna im-

(1) Lavoro eseguito nell'Istituto di Fisiologia della R. Università di Roma.

(2) N. Gréhant et Picard, *De l'asphyxie et de la cause des mouvements respiratoires chez les poissons*. C. R. de l'Académie des Sciences, T. 76, 1 sem. n. 10, pag. 646, Paris, 1873.

(3) A. Bethe, *Allgemeine Anatomie und Physiologie des Nervensystems*, Leipzig, 1903.

(4) G. Van Rynberk, *Ricerche sulla respirazione dei pesci*. Rend. Acc. dei Lincei, vol. 14, serie 5ª, sem. 2º, fasc. 9, 10, 12; seduta 5, 19 Novembre e 17 Dicembre 1905, pp. 443, 530, 708, Roma e G. Van Rynberk, *Recherches sur la respiration des poissons*. Archives ital. de Biologie. T. 45, fasc. 2, pag. 188, Turin.

portanza per l'origine dei movimenti respiratori, massima invece sarebbe l'importanza dello stimolo continuo esercitato sulla mucosa orobranchiale dal contatto dell'acqua.

Non entrerò qui nella disanima delle esperienze di Bethe e d'altri intorno all'azione dei gas del sangue sul centro respiratorio, limitandomi a riferire quelle che sembrano appoggiare direttamente la tesi dell'origine riflessa degli atti respiratori nei pesci.

Anzitutto Bethe conferma l'osservazione già fatta nel 1895 da Schönlein e Willem⁽¹⁾, che la frequenza respiratoria dei pescicani (Scilli) si può modificare a volontà, aumentando o diminuendo la quantità d'acqua introdotta a scopo di respirazione artificiale, per uno degli sfiatatoi nella cavità orobranchiale. Conferma pure l'osservazione degli stessi autori, che quando si interrompa bruscamente la circolazione dell'acqua respiratoria, anche i movimenti respiratori si arrestano bruscamente. Parimenti vide cessare del tutto i movimenti respiratori quando ebbe resa insensibile la mucosa orobranchiale coll'applicazione locale d'una soluzione di cocaina.

Da queste osservazioni Bethe conclude che i movimenti respiratori sono nei pesci, d'azione riflessa e determinati dallo stimolo continuo esercitato dal contatto dell'acqua sulla mucosa orobranchiale.

Contro questa teoria Van Rynberk⁽²⁾ oppose pel primo alcune considerazioni ed esperienze. Innanzi tutto rilevò che non gli riuscì mai di ottenere colla cocainizzazione della mucosa orobranchiale nè di pescicani, nè di teleostei, un arresto dei movimenti respiratori, che non fosse accompagnato da una scomparsa totale dei riflessi cutanei. Egli quindi conclude che rimane il dubbio che il cessare della respirazione in quei casi fosse la manifestazione parziale d'una narcosi vera e propria. Alla stessa conclusione in base ad analoghe esperienze vennero pure Jshihara⁽³⁾ e Westerlund⁽⁴⁾. Anzi Jshihara potè osservare qualche volta, l'insensibilità completa della mucosa orobranchiale, senza che fossero cessati i movimenti respiratori. In tutti gli altri suoi esperimenti trovò che la respirazione cessava soltanto quando tutti i riflessi erano aboliti, onde conclude che in quei casi anche i centri dovevano essere compromessi dal narcotico. La dimostrazione definitiva di questa supposizione venne portata da Westerlund il quale ripeté l'esperienza della cocainizzazione in pesci cui aveva esciso il cuore, per abolire colla circolazione la possibi-

(1) K. Schönlein e W. Willem, *Beobachtungen über den Kreislauf und Respiration bei einigen Fischen*. Zeitschr. f. Biol. Bd. 32, pag. 511, 1895. Leipzig.

(2) Van Rynberk, loc. cit.

(3) M. Jshihara, *Bemerkungen über die Atmung der Fische*, Zentralbl. f. Physiol. Bd. 20. N. 5, S. 157, 1906. Wien.

(4) A. Westerlund, *Studien über die Atembewegungen der Karausche mit besonderer Rücksicht auf das verschiedene Gasgehalt des Atemwassers*, Skand. Arch. f. Physiol. Bd. 18, pag. 263, 1906. Leipzig.

lità che il veleno, applicato alla muccosa orobranchiale, potesse pervenire ai centri nervosi. Ora mentre negli animali integri, quando si applicava la cocaina, la respirazione cessava dopo 10 minuti; nei pesci senza circolazione, i movimenti respiratori persistevano ancora dopo 80 minuti.

La seconda obiezione mossa da Van Rynberk alla teoria di Bethe è che l'acqua non può costituire lo stimolo di contatto specifico per la provocazione riflessa dei movimenti respiratori dei pesci, perchè è di comune nozione che i pesci anche nell'aria continuano e per un tempo lunghissimo ad eseguire atti respiratori ben coordinati. Infatti già Flourens ⁽¹⁾ nel 1870 aveva esposta quest'osservazione, e Noè ⁽²⁾ nel 1893 aveva aggiunto che il ritmo respiratorio rimane abbastanza regolare per un numero discreto di ore, e solo dopo molto tempo si altera profondamente. Queste osservazioni vennero illustrate ulteriormente da diversi autori che pubblicarono numerosi tracciati grafici dei movimenti respiratori di pesci nell'aria. Ricordo qui, Jshihara ⁽³⁾ (1906), Westerlund ⁽⁴⁾ (1906), Kuiper ⁽⁵⁾ (1906), Lombroso ⁽⁶⁾ (1907), Kolff ⁽⁷⁾ (1907), Baglioni ⁽⁸⁾ (1907).

Dal complesso di queste ricerche sembrerebbe scaturire che gli stimoli provenienti dalla muccosa orobranchiale non siano indispensabili per mantenere il ritmo respiratorio, ed in ogni modo che la natura fisica, acqua od aria, dell'ambiente di contatto colla mucosa respiratoria, sia indifferente.

Però queste esperienze non apportavano alcuna luce sul fenomeno descritto da Gréhant e Picard.

Le ricerche recentissime di due autori, sembrano appoggiarla in qualche modo. Deganello ⁽⁹⁾ (1907) trovò che alcuni nervi sensitivi della muccosa

⁽¹⁾ Flourens, *Expériences sur le mécanisme de la respiration des Poissons*, Ann. des Sc. nat., tom. 20, 1830.

⁽²⁾ J. Noè, *Variation avec l'habitat de la résistance des Poissons à l'asphyxie dans l'air*, C. R. de la Soc. d. Biol., pag. 1049, 1893, Paris.

⁽³⁾ Jshihara, loc. cit.

⁽⁴⁾ Westerlund, loc. cit.

⁽⁵⁾ Taco Kuiper, *Untersuchungen über die Atmung der Teleostier*, Arch. f. d. ges. Physiol. Bd. 117, h. 1, S. 1-104, 1907, Bonn.

⁽⁶⁾ Ugo Lombroso, *Ueber einige besondere Regulationsvorgänge der Atmungsbewegungen bei Knochenfischen*, Arch. f. d. ges. Physiol. Bd. 119, h. 1, S. 1, 1907, Bonn.

⁽⁷⁾ W. M. Kolff, *Sulla fisiologia del cuore dei pesci teleostei*. Rend. della R. Accademia dei Lincei, Cl. di sc. fis. mat. e nat., vol. 16, serie 5^a, sem. 2^o, fasc. 7^o, pag. 479, Roma, 1907. — W. M. Kolff, *Sur la physiologie du coeur des poissons téléostéens*, Archives italiennes de biologie, T. 48, fasc. 3, pag. 337, Turin, 1908 e W. M. Kolff, *Untersuchungen über die Herztätigkeit bei teleostiern*, Arch. f. d. ges. Physiol. Bd. 120, S. 37, 1908, Bonn.

⁽⁸⁾ S. Baglioni, *Der Atmungsmechanismus der Fische*. Zeitschr. f. Allgem. Physiologie. Bd 7, h. 2, S. 177, Jena, 1908.

⁽⁹⁾ U. Deganello, *Gli ordegni nervosi periferici del ritmo respiratorio nei pesci teleostei*, Rend. R. Accad. dei Lincei, Cl. di sc. fis. mat. e nat., vol. 16, serie 5^a, sem. 2^o,

orale sembrano possedere un vero tono, rispetto al centro respiratorio, nel senso che quando essi vengono recisi, la frequenza dei movimenti respiratori diminuisce notevolmente. Conclude il suo lavoro rilevando, senza però esagerarla « l'importanza da attribuirsi agli stimoli periferici (svolgentesi specialmente nel campo della mucosa orale del labbro superiore e degli archi branchiali) come eccitatorio del meccanismo respiratorio dei pesci ossei ».

Baglioni (1907) ⁽¹⁾ poi scrisse d'aver osservato che l'arresto respiratorio passeggero, che normalmente si osserva nei pesci portati all'aria, cede tosto se si immergono col capo nell'acqua od in una soluzione acquosa (latte, sangue defibrinato) mentre persiste indefinitamente quando si immergono col capo nell'olio. Baglioni perciò conclude che l'acqua e le soluzioni acquose costituiscono lo stimolo specifico adeguato per il ristabilirsi dei movimenti respiratori dopo il loro arresto per l'allontanamento dall'acqua: altri liquidi come l'olio d'oliva non possono sostituire l'acqua sotto questo riguardo.

* * *

Nel corso di ricerche istituite allo scopo di determinare gli scambi respiratori gassosi dei pesci in speciali condizioni d'ambiente, ho avuto campo di fare alcune esperienze che interessano direttamente anche il problema dell'importanza dell'elemento in contatto colla mucosa orobranchiale per i movimenti respiratori.

Io volli far soggiornare dei pesci in un liquido che non contenesse ossigeno e non sciogliesse l'anidride carbonica. Un liquido che soddisfa a questi desiderati senza essere nel contempo tossico, è rappresentato dai comuni olii: olio di vasellina, di mandorle dolci, d'oliva.

Questi presentano inoltre il vantaggio di non mescolarsi coll'acqua, per cui viene con essi eliminata qualsiasi influenza dell'acqua sulla respirazione.

Per trasportare l'animale nel nuovo ambiente, in qualche caso, tolto dalla vasca era immerso in esso; in altri casi per evitare con tale trasporto, il contatto con l'aria, l'animale era fissato in un apparecchio di contenzione un una bacinella riempita nella metà inferiore con acqua, superiormente con olio: estraendo quindi l'acqua con un sifone, l'olio scendeva a prenderne il posto.

Ora nelle esperienze in questione (eseguite su due specie di pesci teleostei di acqua dolce *Barbus fluviatilis*, *Telestes Muticellus*) osservai in rapporto al problema speciale che qui mi limito a trattare, quanto segue:

tasc. 4°, pag. 279, Roma, 1907 e U. Deganello, *Die peripherischen, nervösen Apparate des Atmungsrhythmus bei Knochenfischen*. Arch. f. d. ges. Physiol. Bd 123 h. 1, S. 40, Bonn.

⁽¹⁾ Baglioni, loc. cit.

In genere tutti i pesci che furono fatti soggiornare in uno degli olii sopra nominati, mostrano di sopportare questo cambiamento d'ambiente con notevole indifferenza. I movimenti respiratori continuano ininterrotti, perfettamente coordinati e regolari, intermezzati ogni tanto dai noti movimenti cosiddetti *espulsivi* o *di tosse*. Soltanto la frequenza, specialmente dei primi tempi appariva alquanto diminuita, mentre era aumentata l'ampiezza dell'escursione.

Gli esemplari non fissati in apparecchio di contenzione dopo un soggiorno più o meno prolungato nell'olio mostravano ogni tanto una certa irrequietezza in rapporto forse, coll'incipiente asfissia. Tentavano di raggiungere la superficie del liquido, compivano movimenti respiratori esagerati, dispnoici. Poi subentravano periodi di calma. I movimenti respiratori andavano dopo un certo tempo, sempre diminuendo, ed in un ultimo periodo, che precedeva il loro arresto completo, erano ridotti ad un movimento degli opercoli mentre la bocca era pressochè immota in posizione di semi-apertura.

La sopravvivenza degli animali in queste condizioni variò da 2 a 5 $\frac{1}{2}$ ore.

Per documentare la descrizione riassuntiva ora esposta, riferisco alcuni protocolli e tracciati grafici delle mie esperienze.

N. I. — 7 gen. 1908. *Telestes muticellus* peso gr. 45. Frequenza respiratoria 92 al minuto (dopo che è stato trasportato in una piccola bacinella d'acqua). Temp. 13° C.

Ore 14,30. — Viene introdotto in una bacinella contenente olio. Senza contenzione. Frequenza respiratoria 82 al minuto. Movimenti esagerati.

Ore 14,40. — Frequenza respiratoria 88.

Ore 14,45. — Agitatissimo; tenta di salire alla superficie. Frequenza respiratoria 84.

Ore 14,55. — Frequenza respiratoria 62.

Ore 15,10. — Frequenza respiratoria 58.

Ore 15,30. — Frequenza respiratoria 50; l'animale giace sul fianco.

Ore 15,50. — Frequenza respiratoria 54.

Ore 16,10. — Frequenza respiratoria 48, movimenti molto limitati.

N. II. — 10 febr. 1908. *Telestes muticellus*. Peso gr. 60. Frequenza respiratoria, calmo nella vasca 32. Dopo esser stato introdotto in una bacinella 98. Temp. 12° C.

Ore 17,20. — Un minuto dopo esser stato introdotto nella bacinella contenente olio. Frequenza respiratoria 92.

Ore 17,30. — Frequenza respiratoria 72; irrequieto.

Ore 17,40. — Frequenza respiratoria 48.

Ore 17,50. — Frequenza respiratoria 32; giace sul fianco.

Ore 18,00. — Frequenza respiratoria 34.

A questi protocolli di pesci liberi, senza contenzione, [aggiungo alcuni tracciati dei movimenti respiratori di due pesci fissati nell'apparecchio di contenzione. Le grafiche sono ottenute col metodo di registrazione indicato

da Van Rynberk e descritto ampiamente da Kuiper. Le figg. 1, 2, 3, rappresentano tracciati dei movimenti di un *Telestes* che dall'acqua passò direttamente nell'olio. Le figg. 4, 5, invece rappresentano tracciati di un

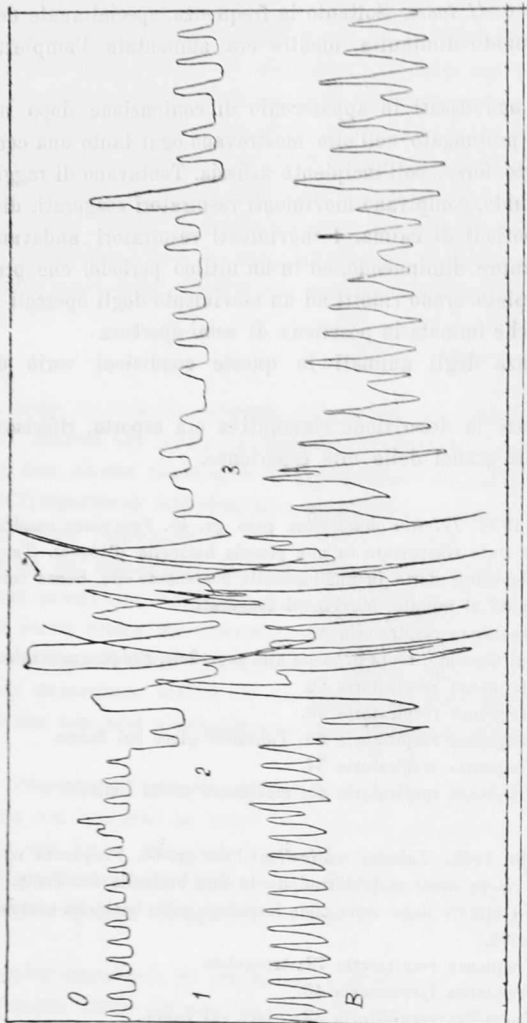


Fig. 1. — Esperienza 17^a dell'11 marzo 1908. *Telestes multicellus*. Riga superiore: movimenti dell'opercolo; riga inferiore: movimenti della mascella. Tempo = 1". — Da 1-2, in acqua. Nel punto 2 si sostituisce rapidamente l'acqua con olio di vasellina. Da 2-3 breve periodo di vivace reazione. Da 3 in poi i movimenti respiratori ritornano più regolari.

Barbus che dall'acqua passò nell'aria e da questa nell'olio. Come appare chiaramente da questi tracciati, i movimenti respiratori continuano ininterrotti tanto nell'aria che nell'olio. Soltanto nel momento di passaggio da un ambiente all'altro si notano alcuni vivaci movimenti reattivi. Ma acquieta-

tisi gli animali, i movimenti ritornano apparentemente ben coordinati, e persistono così nell'aria come nell'olio per lunghissimo tempo.

Emerge da queste esperienze che non è affatto vero che l'acqua costituisca l'unico stimolo periferico specifico indispensabile perchè si possano determinare movimenti respiratori ben coordinati.

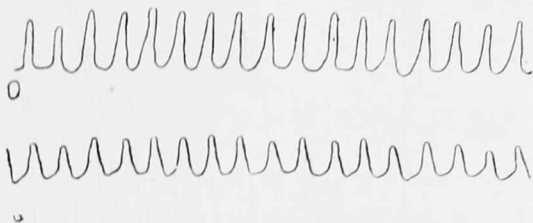


FIG. 2. — La stessa esperienza. I movimenti respiratori dello stesso pesce dopo 50' che si trova in olio di vasellina. O, = opercolo; b, = bocca. Tempo = 1''.

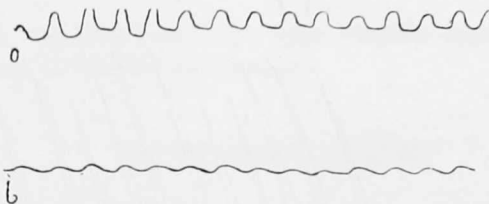


FIG. 3. — La stessa esperienza. I movimenti respiratori dello stesso pesce dopo 1 ora e 15' che si trova in olio di vasellina. O, = opercolo; b = bocca. Tempo = 1''.

È bensì vero che quando si cambia l'ambiente fisico normale nel quale l'animale si trova, sostituendolo con olio, si osservano nei loro movimenti respiratori alcune particolari differenze rispetto ai normali. Ma il fattore semplicemente meccanico che necessariamente in queste ricerche entra in gioco, cioè la diversa resistenza opposta dall'olio e dall'acqua ai movimenti respiratori, sembra sufficiente a spiegare queste differenze, senza voler con ciò escludere *a priori* un'influenza di eventuali stimoli esercitati da queste sostanze sulla superficie del corpo (¹).

(¹) Ho eseguito anche ricerche di confronto fra i movimenti respiratori quando il pesce si trova in acqua priva di gas e quando si trova in olio. Queste mi hanno dato risultati corrispondenti a quelli che ho ora esposti.

Non affronto per ora il problema più generale, se cioè i movimenti

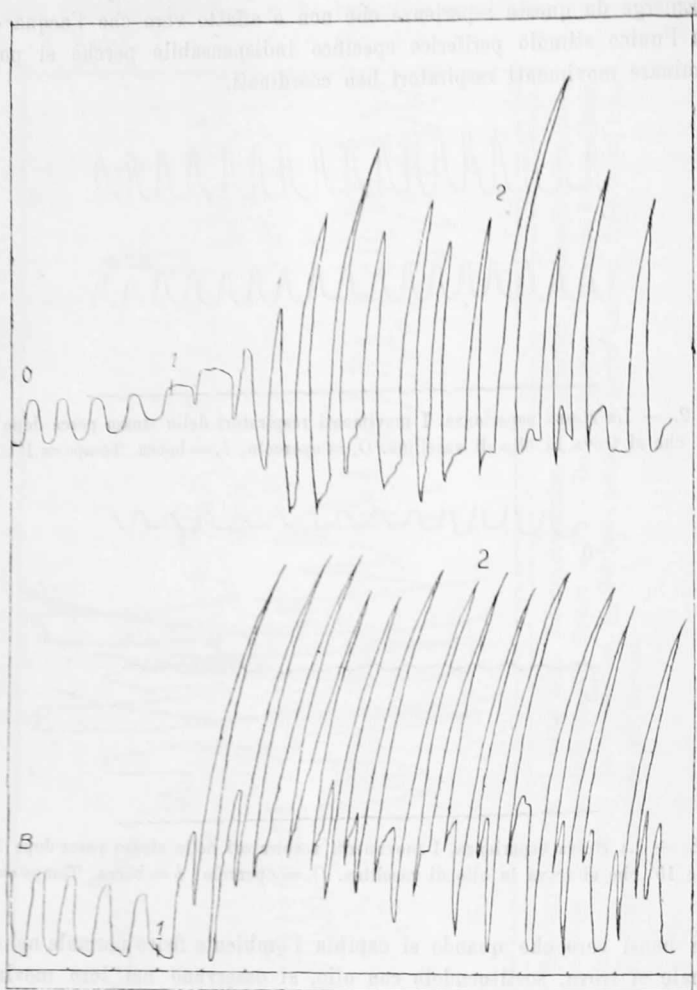


Fig. 4. — Esperienza 14^a, 8 Marzo 1908. BARBUS FLUVIATILIS. — Riga superiore movimenti dell'opercolo. Riga inferiore, movimenti della mascella. Tempo = 1". I movimenti respiratori sono compiuti in acqua fino al punto segnato 1, quando si sottrae pressochè istantaneamente l'acqua con un grosso sifone. Da 1 a 2 movimenti respiratori appena il pesce respira nell'aria.

respiratori siano o no determinati da stimoli periferici, solo mi preme far

notare che nessuno degli argomenti che si erano addotti in sostegno di questa teoria: specificità della mucosa orobranchiale quale organo recettore

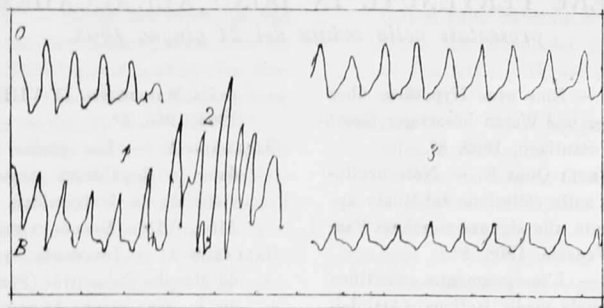


FIG. 5. — La stessa esperienza e lo stesso animale della fig. 4. Sino ad 1, movimenti respiratori del pesce nell'aria (dopo quattro minuti che si trova nell'aria). Da 1 a 2 appena si sostituisce l'olio di vasellina (manca il movimento dell'opercolo perchè la penna era imbarazzata dalla sottostante penna della bocca). 3, movimenti respiratori, cinque minuti dopo iniziata la respirazione nell'olio.

degli stimoli, e specificità dell'acqua quale elemento capace di servire da stimoli, ressero al controllo sperimentale.

PRESENTAZIONE DI LIBRI

Il Socio CERRUTI presenta a nome dell'autore, prof. G. VIVANTI della R. Università di Pavia, un opuscolo sulla storia del Calcolo infinitesimale nella seconda metà del secolo XVIII. L'opuscolo, scritto con limpidezza e precisione mirabili, fa parte del quarto volume delle *Lezioni sulla storia delle Matematiche* (pp. 639-869) di Moritz Cantor: esso contiene sul contributo arrecato dai matematici italiani ai progressi dell'analisi infinitesimale notizie preziose, oggi pressochè ignorate dall'universale.

Il medesimo Socio presenta di poi in nome del prof. G. LORIA, della R. Università di Genova, un esemplare della terza edizione del suo libro: *Il passato ed il presente delle principali teorie geometriche*. Essa differisce dalla precedente per una estesa appendice (pp. 339-459) dedicata alla recensione dei progressi della geometria nell'ultimo decennio. Gli studiosi, che avevano giustamente già tanto apprezzate le due edizioni anteriori, accoglieranno con favore anche maggiore l'edizione presente, la quale per forma e proporzioni ha assunto tale importanza da diventare sussidio indispensabile a quanti vogliano orientarsi in mezzo alla sterminata produzione geometrica dell'ultimo secolo.