

ANNALI DELLA SCUOLA NORMALE SUPERIORE DI PISA *Classe di Scienze*

EMPEDOCLE GOGGIO

Sull'influenza di alcuni agenti nello sviluppo degli Anfibi

Annali della Scuola Normale Superiore di Pisa, Classe di Scienze 1^{re} série, tome 9
(1904), exp. n° 4, p. 1-26

<http://www.numdam.org/item?id=ASNSP_1904_1_9__A4_0>

© Scuola Normale Superiore, Pisa, 1904, tous droits réservés.

L'accès aux archives de la revue « Annali della Scuola Normale Superiore di Pisa, Classe di Scienze » (<http://www.sns.it/it/edizioni/riviste/annaliscienze/>) implique l'accord avec les conditions générales d'utilisation (<http://www.numdam.org/conditions>). Toute utilisation commerciale ou impression systématique est constitutive d'une infraction pénale. Toute copie ou impression de ce fichier doit contenir la présente mention de copyright.

NUMDAM

Article numérisé dans le cadre du programme
Numérisation de documents anciens mathématiques
<http://www.numdam.org/>

ISTITUTO ZOOLOGICO DELLA R. UNIVERSITÀ DI PISA
DIRETTO DAL PROF. S. RICHIARDI

EMPEDOCLE GOGGIO

SULL' INFLUENZA

DI

Alcuni Agenti nello sviluppo degli Anfibi

Molti Autori, specialmente in questi ultimi tempi, si sono occupati dell'azione che gli agenti esterni hanno sullo sviluppo degli organismi, e, poichè, come dice il Kollmann ¹⁾, il periodo girinale degli Anfi è un ottimo *reagente* per studiare l'influenza che le condizioni biologiche esercitano sullo sviluppo stesso, e fors'anche per la facilità con la quale si possono avere le larve di alcuni di questi animali, su di essi specialmente si è sperimentato.

Io mi occuperò delle azioni della luce e dell'aria.

I. — **Influenza della luce.**

L'azione della luce sugli organismi fu messa specialmente in evidenza per i vegetali (Daubeny, Roberto Hunt, Cloëz e Gratiolet, Draper, Guillemain, Giulio Sachs, P. Bert, Hunt, Pleasonton ecc.). Fra coloro che si sono occupati degli animali su quest'argomento citerò: l'Edwards, il Béclard, il Mac Donnel, l'Higginbottom, il Pleasonton, lo Schnetzler, il Serrano-Fatigati, il Lessona, il Camerano, l'Héron-Royer, il Chiarugi e il Livini ²⁾. Poichè io mi sono limitato allo studio dell'azione della luce bianca e non di quella

¹⁾ J. KOLLMANN, *Die Anpassungsbreite der Batrachier und die Correlation der Organe*. Zool. Anzeig. n. 167 (1834).

²⁾ Altri che hanno studiato l'azione della luce sullo sviluppo e sullo accrescimento degli animali e dei vegetali, sulla secrezione dell'acido carbonico ecc., sono il MOLESCHOTT e il FUBINI, il SELMI e il PIACENTINI, il POTT, il FUBINI e il BENEDECENTI ecc.

dei raggi variamente colorati sullo sviluppo degli Anfibî, non mi fermerò al lavori del Béclard ¹⁾, che si occupò dell'azione della luce sulla quantità di acqua perduta per evaporazione dalle rane ecc., del Pleasonton ²⁾, di E. Serrano-Fatigati ³⁾, il quale si limitò agli Infusorî non occupandosi dell'oscurità ⁴⁾.

F. William Edwards, nel suo libro sull'influenza degli agenti fisici sulla vita ⁵⁾, ha, come dice il Mac Donnel (vedi sotto), negato che lo sviluppo completo dei girini di rana possa farsi in assenza di luce: questa fu per gran tempo l'opinione ammessa dai fisiologi.

Il Mac Donnel ⁶⁾ e J. Higginbottom ⁷⁾, i quali hanno studiato l'azione dell'oscurità sullo sviluppo delle larve di rana, hanno visto invece che essa non lo impedisce, anzi, affermano, non ha influenza su di esso. Il primo dice « Si la lumière a de l'influence, c'est seulement en produisant des organismes végétaux qui leur servent de nourriture, ou par une élévation de température qui accélère manifestement, dans certaines limites, leur développement ». Il secondo asserisce « la métamorphose complète des têtards en l'absence de la lumière..... s'effectue aussi bien dans l'obscurité qu'à la lumière, et... l'absence de la lumière ne retarde en rien cette métamorphose ». Ma a me pare che dalle esperienze di entrambi non possano trarsi, in generale, risultati sicuri, poichè le larve da loro poste al buio

¹⁾ J. BÉCLARD, *Note relative à l'influence de la lumière sur les animaux*. Comptes rendus Acad. Sc., t. XLVI (1858).

²⁾ Vedi A. POEY, *Influence de la lumière violette sur la croissance de la vigne, des cochons et des taureaux*. Comptes rendus Acad. Sc., t. LXXIII (1871), p. 1236.

³⁾ E. SERRANO-FATIGATI, *Influence* Comptes rendus Acad. Sc. t. LXXXIX (1879), p. 959.

⁴⁾ Dei lavori degli altri mi fermerò solo a trattare la parte che più strettamente si connette al mio argomento.

⁵⁾ F. WILLIAM EDWARDS, *Traité de l'influence des agents physiques sur la vie*. Paris, 1824.

⁶⁾ R. MAC DONNEL, *Exposé de quelques expériences. . .* Journal d. Phys. d. BROWN-SÉQUARD, t. II (1859), p. 625.

⁷⁾ J. HIGGINBOTTOM, *Influence des agents physiques sur le développement du têtard de la grenouille*. Journal d. Phys. d. BROWN-SÉQUARD t. VI (1863), p. 204. Vedi anche: Philosophical Transactions, 1850, (p. 431).

e quelle alla luce non erano nelle medesime condizioni. Così il Mac Donnel si accontentò di mettere i diversi girini nella stessa camera senza prendere precauzioni speciali riguardo alla temperatura, nè si occupò della materia confervoide formatasi nei vasi esposti alla luce, la quale forse, attenuando l'intensità luminosa o facendo passare dei raggi verdi ¹⁾, diminuì l'azione della luce bianca: inoltre egli non seguì passo passo lo sviluppo dei girini misurandoli di tempo in tempo; del resto, in una prima esperienza dice come, dopo 36 giorni dall'inizio, si trovavano 5 *girini grandi* nel vaso alla luce ed uno *non molto grande* in quello all'oscuro; in una seconda esperienza, solo dai girini esposti alla luce potè ottenere 2 rane e nota come uno di questi mostrò per il primo i membri posteriori. In alcune delle esperienze dell'Higginbottom la differenza fra la temperatura a cui si trovavano le larve all'oscuro e quella delle larve alla luce era notevole, e lo sviluppo avvenne più rapidamente là dove la temperatura era più elevata: di alcune altre non ho potuto rilevare le particolarità.

J. B. Schnetzler ²⁾ afferma che l'oscurità diminuisce e arresta in larve di rana la formazione della materia colorante della pelle, ritarda lo sviluppo e le funzioni dei polmoni, arresta o ritarda lo sviluppo delle membra.

E. Yung ³⁾ ha fatto numerose ricerche su varî animali: riguardo alla *Rana esculenta* conclude: « l'obscurité n'empêche pas le développement, quoique, contrairement à ce que professe Higginbottom

¹⁾ È dimostrato dai lavori di E. YUNG e di altri che i raggi verdi sono nocivi allo sviluppo. Io stesso ho potuto osservare come in una vaschetta in cui l'acqua era ricoperta da alghe e da lente palustre, le larve di *Bufo* che vi si trovavano si mantennero piccole.

²⁾ J. SCHNETZLER, Bull. de la Soc. vaudoise d. Sc. nat., vol. XIII, n. 72. Vedi anche: *Influence de la lumière sur le développement des larves de grenouilles*. Bibliot. univers. Arch. des Sc. phys. et nat. de Genève, IX sér., vol. 51 (1874), p. 247.

³⁾ E. YUNG, *Contributions à l'histoire de l'influence . . .* Arch. d. Zool. expér. et génér., t. VII, n. 2 (1878), p. 251. Altri lavori dello stesso A. sull'influenza della luce sono: — *De l'influence . . .* Comptes rendus Acad. Sc., t. XCI (1880), p. 440 — *Propos scientifiques*. Paris et Genève, 1890 — *De l'influence . . .* Comptes rendus Acad. Sc., t. CXV (1892), p. 620.

dans son mémoire, il subisse un certain retard par rapport à celui qui se fait en pleine lumière blanche ». Neanche quest'Autore ha tenuto sufficiente conto, come egli stesso dice, della temperatura. Egli è partito sempre da uova di fresco deposte e non da larve in diversi stadi ¹⁾ e non ha quindi potuto determinare come vari l'azione della luce durante lo sviluppo: si limita a dire « l'absence de la lumière, atténuée, au moins dans les premières phases, la croissance ».

M. Lessona ²⁾ fece esperimenti su larve ed ova di *Bufo vulgaris*, di *B. viridis* e di *Rana esculenta*, e questi lo condussero a concludere « La mancanza della luce non produce effetto sensibile sullo sviluppo dei girini, quando venga loro tolta ad un punto già alquanto inoltrato del loro sviluppo. La mancanza di luce ritarda lo sviluppo se l'ovo o il girino viene posto e tenuto al buio fin dai primordi della sua esistenza. Il girino ha mole minore. I movimenti sono meno vivaci... ecc. ». Lo stesso Autore osservò in alcune pozze coperte da lente palustre un ritardo nello sviluppo dei girini di *Rana esculenta*: egli dice « il difetto di luce, in queste pozze, perchè il verde tappeto della lente palustre intercetta ai suoi raggi il passaggio, è causa che lo sviluppo dei girini segua più lentamente » ³⁾.

Una simile osservazione fece il Camerano ⁴⁾ per larve di rana in pozze coperte da un tappeto di Zignemacee o circondate da alberi

¹⁾ Una volta sola da uova tali che quelle superiori di ciascun gruppo cominciavano a « s'embryonner ».

²⁾ M. LESSONA, *Studi sugli Anfibi anuri del Piemonte*. Reale Acc. Lincei. Mem., vol. I (1877).

³⁾ Qui è da notare come a questo ritardo contribuisca certamente la presenza dei raggi verdi e ciò indipendentemente dalla diminuita intensità luminosa.

⁴⁾ L. CAMERANO, *Nuove ricerche intorno allo sviluppo ed alle cause del polimorfismo dei girini degli Anfibi anuri*. II. *Azione della luce*. Atti d. R. Acc. Sc. di Torino, vol. 28 (1892-93). Vedi anche: *Atti di biologia alpina*. I. *Dello sviluppo degli Anfibi anuri sulle Alpi*. Boll. d. Musei di Zool. e Anat. Comp. d. R. Univ. d. Torino, vol. II, n. 30 (1887). — *Dell'azione dell'acqua corrente e della luce nello sviluppo degli Anfibi anuri*. Ibid., vol. VIII, n. 140 (1893).

folti; egli nota che la mole dei girini che si sviluppano in queste condizioni è spiccatamente inferiore a quella dei girini che si sviluppano in pieno sole: il loro sviluppo è ritardato.

L'Héron-Royer¹⁾ parla della privazione della luce come mezzo per ritardare lo sviluppo dei girini: egli inoltre poteva prolungare talora in modo notevole il periodo normale dello sviluppo girinale delle varie specie mettendo i girini semplicemente fuori dell'azione diretta dei raggi del sole.

G. Chiarugi e F. Livini²⁾ hanno sperimentato l'azione della luce sullo sviluppo della *Salamandrina perspicillata*. Riguardo agli effetti dell'oscurità essi dicono: « Se da alcune delle nostre esperienze è risultato che alla oscurità lo sviluppo procede con una rapidità leggermente minore, e se anzi si può dire che questa è stata l'evenienza più frequente, si deve però aggiungere che questo leggero ritardo non colpiva di solito tutte le uova in esperimento; inoltre in alcuni casi non siamo riusciti ad avvertire una qualsiasi disuguaglianza e perfino ci è capitato di osservare una leggera anticipazione nelle uova tenute all'oscuro ». In esperienze di confronto fra l'azione della luce violetta e quella dell'oscurità, essi ottennero spesso un più lento sviluppo delle uova tenute al buio, talora la morte, mentre, d'altro canto, osservarono come la luce violetta ritarda in generale lo sviluppo rispetto alla bianca. Essi attribuiscono la differenza nei risultati (per una stessa serie di esperimenti) all'epoca diversa nella quale le uova incominciarono a provare gli effetti della mancanza o della diminuzione di luce: ammettono che il periodo della formazione del canale midollare sia critico per gli Anfibi: « Se l'embrione » affermano « non si è prima adattato alla mancanza dello stimolo luminoso e questa condizione anormale si stabilisce improvvisamente durante la formazione del canale mi-

¹⁾ HÉRON-ROYER, *Cas tératologiques observés chez quelques têtards, de Batraciens anoures et de la possibilité de prolonger méthodiquement l'état larvaire chez les batraciens*. Bull. Soc. Zool. Franc. IX (1884). Vedi a.: Le Naturaliste, n. 48 (1881).

²⁾ G. CHIARUGI e F. LIVINI, *Della influenza della luce sullo sviluppo delle uova degli Anfibi*. Mon. Zool. It., Anno VIII (1897), p. 90.

dollare, l'embrione ne rimarrà notevolmente danneggiato». Aggiungo come i citati Autori «avendo avuto occasione di trasportare dalla luce al buio larve che avevano raggiunto la lunghezza di 1 centim., non mostrarono, anche a capo di parecchi giorni, differenza nello sviluppo in confronto a larve simili mantenute alla luce».

Il Livini ¹⁾, continuando le suddette ricerche, concluse che la sottrazione della luce ritarda notevolmente la rapidità dello sviluppo. Lo stadio più vulnerabile sarebbe limitato fra la comparsa del tappo vitellino, poco prima, poco dopo, alla chiusura della doccia midollare.

Per quel che riguarda l'azione della mancanza di luce sulla mortalità delle larve sottoposte ad essa, secondo il Mac Donnel sarebbe maggiore sul principio nei girini esposti alla luce, poi in quelli tenuti al buio ²⁾; dalle esperienze del Yung mi pare possa dedursi che sia maggiore al buio; il Chiarugi ed il Livini non escludono che l'oscurità possa anche produrre la morte delle larve che sono soggette alla sua influenza, anzi il Livini osservò nei suoi esperimenti che all'oscuro la mortalità crebbe dal 2,5 al 37%.

Riassumendo, e non tenendo conto dell'opinione dell'Edwards, il quale, negando che lo sviluppo possa compirsi in assenza di luce, ha forse esagerato, possiamo dire che, tranne l'Higginbottom e il Mac Donnel, tutti gli altri Autori si accordano nel dire che l'oscurità ha in generale un'influenza più o meno grande nel ritardare o danneggiare lo sviluppo degli Anfibi. Ma la differenza fra le vedute di quei due Autori e quelle degli altri, sebbene, come ho detto, le prime non mi convincano molto, le conclusioni, riferite, del Lessona, quelle del Chiarugi e del Livini, la citata esperienza di questi ultimi sulle larve lunghe circa 1 centim., mi hanno indotto a pensare che la discordanza stessa sia dovuta al diverso stadio nel quale le larve furono assoggettate all'azione dell'oscurità: infatti questo

¹⁾ F. LIVINI, *Della varia influenza che alcuni agenti esterni esercitano sulle uova di Salamandrina perspicillata a seconda del differente periodo di sviluppo*. Lo Sperimentale (Archivio di Biologia), Anno LII, fasc. 4, pag. 320-349, Firenze, 1898.

²⁾ Come si è detto però, il MAC DONNEL lasciò che nei vasi esposti alla luce si formasse della materia confervoide e questa, se da un canto serviva di nutrimento alle larve, dall'altro nuoceva loro certamente.

stadio pare che nelle esperienze del Mac Donnel e in quelle dell' Higginbottom fosse in generale parecchio avanzato, mentre in quelle del Yung, del Lessona, del Chiarugi e del Livini (per la parte che non concorda con le vedute del Mac Donnel e dell' Higginbottom) fu più o meno giovane. Per questo ho voluto sperimentare sopra larve di *Bufo vulgaris* mettendole al buio in istadi di sviluppo diversi ma sempre piuttosto avanzati: però finora, almeno per i limiti ristretti nei quali ho dovuto racchiudere le mie ricerche e per quel che riguarda la mole delle larve in esperimento e la loro mortalità, non ho ottenuto risultati che mi confermino il principio dal quale io sono partito nell'intraprenderle: io ho infatti sempre ottenuto un effetto dannoso nelle larve esposte al buio.

Le mie esperienze furono 6 e ho adoperato complessivamente 90 larve che, dopo essere vissute in condizioni normali, furono poste in istadi diversi (le più piccole della lunghezza massima, dall'apice del capo all'estremità della coda — in questo caso bottone codale — di 4,^{mm} 9, le più grandi della lunghezza di 14,^{mm} 23) per metà all'oscuro e per metà presso il davanzale di una finestra in modo che potessero godere di una viva luce diffusa. In ogni esperienza, tranne nella 2^a in cui ne impiegai 10, furono adoperate 20 larve (10 all'oscuro e 10 alla luce) che io sceglievo dello stesso stadio di sviluppo. Ciò mi era facile poichè disponevo di una quantità considerevole di girini viventi in tre vasche sotto condizioni prossime, il più possibile, a quelle naturali. Nella scelta dei girini, io mi attenevo non solo alla loro lunghezza, ma anche alla mole generale, allo sviluppo di qualche organo, alla vivezza dei movimenti ecc.

I girini sottoposti all'esperienza furono messi, nei primi tre esperimenti, in bacinelle di vetro o di porcellana (io dirò, I, II, III quelle tenute al buio e I*, II*, III* le corrispondenti) tali che in ogni caso non solo fosse uguale la quantità d'acqua di cui disponeva ciascuna larva tenuta al buio in confronto di ciascuna tenuta alla luce¹⁾, ma

¹⁾ Si sa infatti come anche la quantità d'acqua abbia influenza sullo sviluppo delle larve. V. in proposito: L. CAMERANO, *Nuove osservazioni intorno alla neotenia ed allo sviluppo degli Anfibî*. Atti R. Acc. Sc. Torino vol. XX (30 nov. 1884).

non differisse neanche l'altezza che l'acqua stessa raggiungeva nel recipiente in cui era contenuta ¹⁾. Naturalmente, quando qualcuna delle larve di un dato lotto moriva, le rimanenti godevano di una quantità d'acqua maggiore, poichè non potevo sottrarre acqua senza abbassarne il livello. Avrei certo potuto cambiare in tali casi il recipiente; ma, essendo stata, almeno per la maggior durata delle esperienze (tranne la prima) e fino a quando i risultati di esse erano già ben chiari, piccola la mortalità delle larve in esperimento, non ho creduto necessario di ricorrere a questo mezzo, se non nella prima esperienza appunto, nella quale però, debbo confessarlo, non mantenni la proporzione fra il numero delle larve e la quantità d'acqua loro.

Nelle ultime tre esperienze, mi servii di vasi cilindrici alti cm. 15 e del diametro di cm. 9, 50. Per tutte e tre tenni alla luce un solo vaso che indicherò con IV*, poichè ebbi cura di introdurre via via nei vasi corrispondenti tenuti al buio (IV, V, VI) larve dello stesso stadio raggiunto da quelle di IV* al momento dell'introduzione stessa.

La temperatura durante le esperienze variò, almeno da quello che ho potuto vedere io, facendo le misure dalle ore 8 alle 17, da 10°, 1 a 17°, 2 C. Certo durante la notte si saranno avute temperature minori, però non di molto, io credo, date le precauzioni da me prese. Perchè le larve al buio si trovassero press'a poco alla stessa temperatura di quelle esposte alla luce, mi servii di due armadi che si trovavano nella stanza in cui facevo le mie esperienze; la parte inferiore di ognuno di essi aveva sportelli di legno, mentre la parte superiore aveva sportelli a vetri: io ponevo volta a volta le larve che dovevano stare al buio nell'uno o nell'altro di essi, tenendo nello stesso tempo aperto l'armadio non adoperato; quando la temperatura alla luce diveniva differente da quella all'oscuro, del che io mi rendevo conto con frequenti osservazioni, cambiavo di armadio le larve. Così ottenni che i girini al buio e quelli alla luce

¹⁾ Quest'ultima cura non si ebbe in un solo caso, il quale però, come vedremo, non infirma i risultati dell'esperienza, anzi li rafforza.

fossero pressochè alla stessa temperatura. Alla sera poi, prima di lasciare il laboratorio, ponevo le larve della luce nella parte superiore di uno degli armadi, affinchè durante la notte non si avessero ad avere quelle differenze che di giorno avevo evitato.

I girini furono nutriti di alghe ed ognuno ne dispose sensibilmente della stessa quantità: il nutrimento era rinnovato di tempo in tempo, più spesso nei recipienti al buio che in quelli alla luce a causa delle alterazioni che le piante subivano nel primo caso. L'acqua fu rinnovata ogni due giorni.

Per rendermi conto della mole dei girini io li misuravo di tempo in tempo, come è indicato nella tabella seguente, con questo metodo: per ogni recipiente sceglievo tre larve, non a caso, ma in modo che la loro media grandezza rappresentasse prossimamente quella delle larve fra cui erano scelte: non prendevo quindi una larva di massima, una di minima ed una di media grandezza, ma, dopo avere scelto quest'ultima ed una delle più grandi o delle più piccole, sceglievo la terza di taglia maggiore o minore secondochè prevalessero quelle o queste.

Certo sarebbe stato preferibile misurare tutte le larve di ogni vaso, ma, data la difficoltà che spesso si presentava di ottenere una buona misura, ho preferito averne poche e sicure che molte e incerte.

Le tre larve scelte venivano poste successivamente in una vaschetta bianca, nella quale, dopo aver nuotato per un certo tempo, si fermavano sul fondo; allora, per mezzo di un compasso, le misuravo: nella tavola seguente è riportata fino ad un certo punto solo la media massima lunghezza delle larve (dall'apice del capo all'estremo della coda) e di questa sola io tenni conto finchè i girini non ebbero raggiunto i 12 mm., poi misurai anche la massima larghezza e la distanza dall'apice del capo all'ano (di quest'ultima non è fatto cenno nella tavola).

Le mie esperienze furono incominciate il 4 marzo di quest'anno e terminate al principio di maggio: il primo giorno posi in esperimento larve di 7^{mm}, 20 (branchie esterne accennate) (1^a esperienza), e di 4^{mm}, 90 (con coda all'inizio dello sviluppo) (2^a esp.); il 7 marzo larve di 9^{mm}, 00 (branchie esterne bene sviluppate) (3^a esp.), e così

successivamente di 9^{mm}, 90 (branchie esterne in via di riassorbimento) (4^a esp.) il 10; di 11^{mm}, 93 (branchie est. quasi completamente riassorbite) (5^a esp.) il 15; di 14^{mm}, 23 (branchie est. complet. riassorbite) (6^a esp.) il 25. Avendo adoperato, come ho già detto, nelle ultime tre esperienze sempre lo stesso vaso di confronto alla luce, il giorno 15 aggiunsi in quest'ultimo 5 larve alle 9 che già vi si trovavano, avendo cura di riempirlo completamente, mentre riempi gli altri vasi solo a $\frac{2}{3}$. La maggiore altezza del liquido nel vaso alla luce, che, se effetto poteva produrre, era quello di rallentare lo sviluppo delle larve corrispondenti, rafforza i risultati dell'esperienza.

Le tabelle seguenti ne danno i principali.

DATA	I		II		III		IV		V		VI		Differenza in lunghezza fra I* e II	Differenza in lunghezza fra III* e III	Differenza in larghezza fra III* e III
	N. delle larve	Lun- ghezza	N. delle larve	Lun- ghezza	N. delle larve	Lun- ghezza	N. delle larve	Lun- ghezza	N. delle larve	Lun- ghezza	N. delle larve	Lun- ghezza			
4-3-02	10	7,20	10	7,20	5	4,90	5	4,90	10	9,00	10	9,00	—	—	—
7-3	»	—	»	—	»	—	»	—	»	—	»	—	—	0,00	—
8-3	8	—	»	—	»	—	»	—	»	—	»	—	—	—	—
9-3	7	—	»	—	2	—	»	—	»	—	»	—	—	—	—
10-3	3	—	»	—	»	—	»	—	»	—	»	—	—	—	—
11-3	1	—	»	—	1	—	»	—	»	—	»	—	—	—	—
12-3	»	11,10	»	10,13	0	8,00	»	8,00	»	11,53	»	11,53	1,33	—	
13-3	»	—	»	—	—	—	»	—	»	—	»	—	—	—	—
15-3	»	12,10	»	11,70	—	9,12	»	9,12	»	11,97	»	11,97	0,60	—	
18-3	»	—	»	—	—	—	—	—	»	—	»	—	—	—	—
20-3	»	14,00	7 ¹⁾	12,70	—	11,17	»	11,17	»	13,53	»	13,53	0,60	0,20	
25-3	»	15,10	»	13,77	—	12,23	»	12,23	»	14,80	»	14,80	1,07	0,63	
31-3	»	17,70	»	13,80	—	13,53	»	13,53	»	15,93	»	15,93	1,83	0,67	
7-4	»	21,50	»	13,87	—	7,63	»	13,90	2 ^s	19,70	»	19,70	5,40	1,67	
15-4	»	25,00	»	13,97	—	11,03	»	13,77	8	22,07	»	22,07	8,24	2,00	
21-4	»	28,00	»	14,27	—	3,40	»	13,75	»	23,60	»	23,60	9,73	2,97	
26-4	1 ^s	—	»	—	—	—	»	—	»	—	»	—	—	—	—
28-4	0	—	»	—	—	—	»	—	»	—	»	—	—	—	—
29-4	—	—	»	—	—	—	»	—	»	—	»	—	—	—	—
30-4	—	—	»	—	—	—	»	—	»	—	»	—	—	—	—
2-5	—	—	»	—	—	—	»	—	»	—	»	—	—	—	—

¹⁾ Ne fu fissata una.

N. B. — I segni 1^s, 2^s significano che, nel cambiare l'acqua, uno o due grimi fuggirono. Quando nella colonna che indica la quantità di larve esistenti in ogni vaso non c'è presso al numero alcuna indicazione, vuol dire che le larve in meno rispetto al numero precedente della stessa colonna sono morte.

DATA	4.ª ESPERIENZA						5.ª ESPERIENZA						6.ª ESPERIENZA					
	IV*		IV		Differenza in lunghezza fra IV* e IV		V		Differenza in lunghezza fra IV* e V		Differenza in lunghezza fra IV* e V		VI		Differenza in lunghezza fra IV* e VI		Differenza in lunghezza fra IV* e VI	
	N. delle larve	Lun- ghezza Lar- ghezza	N. delle larve	Lun- ghezza Lar- ghezza	N. delle larve	Lun- ghezza Lar- ghezza	N. delle larve	Lun- ghezza Lar- ghezza	N. delle larve	Lun- ghezza Lar- ghezza	N. delle larve	Lun- ghezza Lar- ghezza	N. delle larve	Lun- ghezza Lar- ghezza	N. delle larve	Lun- ghezza Lar- ghezza	N. delle larve	Lun- ghezza Lar- ghezza
10-3-02	10	9,90	10	9,90	—	0,00	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
12-3	»	10,70	»	10,33	—	0,37	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
13-3	9	—	»	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
15-3	14 ¹⁾	11,93	»	11,43	—	0,50	—	10	11,93	—	0,00	—	—	—	—	—	—	—
20-3	»	13,43	»	13,00	3,10	0,43	0,13	»	13,40	3,17	0,03	0,06	—	—	—	—	—	—
25-3	»	14,23	»	13,73	3,33	0,50	0,57	»	14,13	3,77	0,10	0,13	10	14,23	—	0,00	—	—
31-3	»	15,47	»	14,37	3,70	1,10	0,23	»	14,90	3,57	0,57	0,36	»	15,47	3,77	0,00	0,16	—
7-4	»	15,90	1 ^s 9	14,13	3,63	1,77	0,47	»	14,27	3,70	1,63	0,40	»	14,70	3,93	1,20	0,17	—
15-4	»	17,07	»	14,10	3,63	2,97	0,74	7	13,97	3,33	3,10	1,04	»	14,87	3,60	2,20	0,77	—
21-4	»	17,07	»	14,00	3,50	3,07	0,97	5	13,97	3,40	3,10	1,07	1 ^s 8	14,83	3,43	2,24	1,04	—
26-4	13	—	5	—	—	—	—	4	—	—	—	—	6	—	—	—	—	—
28-4	»	—	4	—	—	—	—	3	—	—	—	—	5	—	—	—	—	—
29-4	»	—	1	—	—	—	—	2	—	—	—	—	3	—	—	—	—	—
30-4	»	—	»	—	—	—	—	1	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—
2-5	»	—	»	—	—	—	—	»	—	—	—	—	0	—	—	—	—	—

1) Aggiunto 5.

N. P. — Il segno 1^s significa che, nel cambiare l'acqua, un girino fuggì. Quando nella colonna che indica la quantità di larve esistenti in ogni vaso (colonna 10) si trova il segno 1^s, vuol dire che le larve in meno rispetto al numero precedente della stessa colonna sono morte.

Quello che, prima di tutto, segue dall'osservazione delle tavole precedenti è che in ogni caso si ebbe un difetto nella mole dei girini tenuti al buio rispetto a quelli della luce¹⁾. Ma non basta: a cominciare dal 7 aprile per la maggior parte dei vasi e dal 15 per tutti gli altri, si osserva un regresso nella mole delle larve prive di luce, regresso che colpiva ora la lunghezza totale, ora la larghezza, ora l'una e l'altra: dapprima io ne fui alquanto meravigliato e perciò raddoppiai la mia attenzione nel prendere le misure, essendomi appunto venuto il dubbio che il difetto fosse dovuto ad errore di osservazione: questo però deve escludersi assolutamente poichè, in caso contrario, avrebbe dovuto verificarsi, almeno qualche volta, per le larve tenute alla luce: per queste invece non si ebbe che una fermata dal 15 al 21 aprile per il vaso IV*, la quale, del resto, non colpì che la lunghezza e può spiegarsi benissimo ammettendo che tutta l'attività di accrescimento sia stata allora spesa in favore della larghezza che infatti crebbe di 0^{mm}, 10. L'errore di osservazione è poi anche escluso dal fatto che, almeno per due misure successive (in generale per tre) ognuna di queste fu espressa da un numero minore, se non del precedente, almeno di uno dei precedenti.

Riguardo alla mortalità è da notare prima di tutto che, se dapprincipio non vi fu grande differenza nei diversi recipienti (fatta eccezione di I*, I e II*, II di cui subito diremo), in ultimo questa divenne grandissima a segno che, mentre delle 10 larve messe in III* il 10 marzo, ne restavano il 2 maggio, 8, in III il 26 aprile, di altrettante, non ne restava alcuna, e, ciò che è ancora più notevole, in IV*, di 15, il 2 maggio ne restavano 13, mentre di 30 messe complessivamente in IV, V, VI non ne rimanevano lo stesso

¹⁾ Le differenze sono grandissime per le larve dei vasi I*, I e III*, III: ma, almeno nel primo caso, esse non debbono forse essere prese nel loro intero valore poichè in I* rimase, per la morte degli altri, un solo girino e quindi non fu possibile calcolare delle medie: inoltre, come ho già accennato, l'unico girino rimasto godeva di una quantità d'acqua maggiore di quella di cui ognuno dei girini corrispondenti al buio poteva disporre. Per i vasi IV*, IV, V, VI le differenze sono molto minori, ma ciò forse in parte a cagione dell'altezza maggiore che l'acqua raggiunse nel vaso IV*.

giorno che 2 (una in IV, una in V, e 0 in VI). Quanto alla mortalità in I* e II* io credo che essa debba attribuirsi a qualche condizione sfavorevole verificatasi nei recipienti stessi: essa non può spiegarsi in altro modo, poichè nel periodo corrispondente non si ebbe mortalità eccessiva in nessuno dei vasi dell'esperienza, nè nelle tre vasche in cui tenevo la provvista di larve.

Non ho potuto notare differenze di colore fra i girini tenuti al buio e quelli alla luce ¹⁾.

Per quello che riguarda la diversa azione della mancanza di luce a seconda dello stadio nel quale le larve ad essa furono sottoposte, non ardisco per ora affermare alcunchè di preciso, riserbandomi di farlo quando avrò compito ulteriori e più estese ricerche; però già fin da adesso io sono indotto a pensare che, anche per stadi piuttosto avanzati di sviluppo, l'effetto dell'oscurità non sia tanto maggiore quanto più giovani sono le larve sottoposte ad esperimento e ciò tanto per la mole quanto per la mortalità.

Molto probabilmente vi sono nello sviluppo degli Anfibi parecchi stadi nei quali un'alterazione delle condizioni biologiche produce effetto maggiore.

Le mie esperienze mi pare che dimostrino:

1.° La mancanza di luce agisce dannosamente sullo sviluppo di larve di *Bufo vulgaris* che ad essa siano assoggettate in uno stadio variabile dal periodo della formazione delle branchie esterne, al riassorbimento completo delle branchie stesse ²⁾.

¹⁾ Su quest'argomento V.:

J. SCHNETZLER, *Op. cit.*

G. CHIARUGI e F. LIVINI, *Op. cit.* (p. 105).

L. HERMANN, *Weitere Untersuchungen über das Verhalten der Froschlarven im galvanischen Strome*. Archiv für die gesammte Physiologie des Menschen u. d. Thiere. 39 Bd., Bonn 1886.

A. FISCHEL, *Ueber Beeinflussung und Entwicklung des Pigments*. Arch. f. mikr. Anat. u. Entwik. XXXXVII Bd., 4 Heft, 14 Juli 96.

W. FLEMMING, *Ueber den Einfluss des Lichts auf die Pigmentirung der Salamanderlarve*. Ibid. XXXVIII Bd., 2 H., 7 nov. 96 — *Weitere Bemerkungen über den Einfluss von Licht und Temperatur auf die Färbung der Salamanderlarve*. Ibid., 4 Heft, 28 Jan. 1897.

²⁾ Non tengo conto della 2^a esperienza, in cui furono adoperate larve

2.^o Questa mancanza ha effetto di rendere minore la mole delle larve ad essa sottoposte rispetto a quella di larve tenute alla luce; essa produce un regresso nella mole ad un dato periodo dello sviluppo ed aumenta la mortalità.

Ora, se noi pensiamo alle cause che nelle esperienze citate hanno potuto produrre così gravi disturbi nello sviluppo delle larve, dobbiamo considerarne almeno due: la prima si riferisce alla mancata azione diretta della luce che, penetrando più o meno profondamente nei tessuti degli embrioni, si trasforma in lavoro chimico, fisico, fisiologico; la seconda si collega col mancato sviluppo di ossigeno per parte delle piante tenute al buio insieme alle larve, il che, modificando le condizioni dell'ambiente, dovette agire senza dubbio sulle larve stesse ¹⁾. E, quando si pensa all'azione grandissima che ha l'ossigeno nello sviluppo degli Anfibi, non si può non tenere molto conto di questa seconda causa.

II. — Influenza dell'aria.

Fra le esperienze degli Autori sull'azione dell'aria libera nello sviluppo degli Anfibi, ricorderò in primo luogo quelle del Rusconi ²⁾: egli in un primo esperimento in cui pose larve di *Bufo* ancora munite delle branchie esterne in un vaso, impedendo loro, per mezzo di un diaframma, di venire alla superficie dell'acqua, le trovò tutte morte dopo 25 ore: in un secondo, invece, in cui collocò larve, nello stesso stadio delle prime, lungo il corso di un rigagnolo, obbligandole però sempre a stare sott'acqua, queste erano ancora vivaci dopo 5 giorni. Finalmente collo stesso mezzo ottenne che, dopo 47 giorni, fossero ancora vive tre, fra cinque larve di *Bufo* intro-

con coda all'inizio dello sviluppo, poichè, qui, essendo morte tutte quelle tenute alla luce, non possono darsi risultati sicuri. È notevole però anche in questo caso il regresso nella mole (V. tabella a pag. 13).

¹⁾ Io non entro qui nella questione sulla formazione di ozono alla luce o all'oscurità.

²⁾ MAURO RUSCONI, *Descrizione anatomica degli organi della circolazione delle larve delle Salamandre acquatiche*. Pavia, 1817.

dotte nel rigagnolo in uno stadio in cui avevano le gambe posteriori poco più che abbozzate.

W. F. Edwards ¹⁾ ottenne la trasformazione di girini di rana privi della respirazione polmonare; anzi essa avvenne solo breve tempo dopo quella di girini liberi di respirare coi polmoni.

J. Higginbottom ²⁾ invece dichiara: « J'ai trouvé que le têtard de la grenouille meurt bientôt dans de l'eau aérée ou distillée, si le contact de l'atmosphère leur manque ». Lo stesso Autore ³⁾ nota: « Pour que les têtards puissent parcourir toutes les phases de leur développement depuis l'oeuf jusqu'à l'état de grenouille, il faut qu'ils soient tenus à proximité de la surface de l'eau, principalement durant l'état branchial ».

Il Mac Donnel ⁴⁾ osserva « une quantité considérable d'oxygène est une des plus essentielles conditions pour le développement et pour la vie des têtards. Même lorsque la respiration s'accomplit à l'aide de branchies et de la peau, la vie est très-courte si ces petits êtres n'ont pas d'eau très-aérée ou la possibilité de venir à l'air libre ». Egli infatti, non potè mai ottenere che girini privi di venire alla superficie dell'acqua si trasformassero o che vivessero almeno lungo tempo.

Ora potrebbe attribuirsi la differenza fra i risultati del Rusconi e quelli del Mac Donnel ⁵⁾ al fatto che le larve su cui sperimentò il primo godettero, nei casi favorevoli, di un rinnovamento continuo di acqua, se questo rinnovamento non si fosse avuto anche in una esperienza del Mac Donnel, nella quale avvenne ugualmente la morte dei girini (i più dei quali erano stati messi in esperimento dopo la perdita delle branchie esterne). È da notare però che il rigagnolo di cui si servì il Mac Donnel aveva corrente poco rapida

¹⁾ *Op. cit.*

²⁾ *Philosophical Transactions*, 1850.

³⁾ *Influence etc.*

⁴⁾ *Op. cit.*

⁵⁾ Di quelle dell'EDWARDS e dell'HIGGINBOTTOM io non conosco i dettagli. Però mi sembra che nelle prime non vi fosse rinnovamento continuo dell'acqua in cui erano contenute le larve.

ed inoltre egli dice solo che dopo una settimana dall'inizio dell'esperienza i girini erano tutti vivi e dopo 35 giorni tutti morti. Potrebbero anche le differenze derivare dallo stadio in cui le larve furono sottoposte ad esperimento, ma neanche su questo punto abbiamo dati certi, poichè il Mac Donnel adoperò talora larve giovani, talora larve bene sviluppate. Forse è più opportuno pensare alla diversa distanza alla quale le larve erano obbligate a stare dalla superficie dell'acqua, anche nel caso di continuo rinnovamento dell'acqua stessa (mezzo piede o un piede e mezzo nelle esperienze del Rusconi, 5 o 6 piedi in quella del Mac Donnel¹⁾. Ciò è confermato da queste parole dell'Higginbottom²⁾: « A une profondeur de huit et de vingt pouces, dans un aquarium, très-peu se développaient (*parla dei girini di rana*), et à une profondeur de trois pieds, dans une mare où vivaient des grenouilles, aucun têtard ne se développa ».

Ad ogni modo io ho voluto condurre delle esperienze su larve di *Bufo vulgaris* poste in un recipiente in cui l'acqua era continuamente rinnovata senza che i girini potessero godere dell'aria libera. Io mi proponevo di studiare l'influenza che queste condizioni potessero avere sullo sviluppo generale e specialmente su quello dei polmoni: volevo osservare cioè, se quest'ultimo fosse ritardato e se il ritardo fosse accompagnato da un maggiore sviluppo o da una persistenza maggiore delle branchie. Finalmente mi proponevo di vedere se, per avventura, con un minore sviluppo dei polmoni ci fosse una più ricca vascolarizzazione di qualche parte dell'apparato digerente.

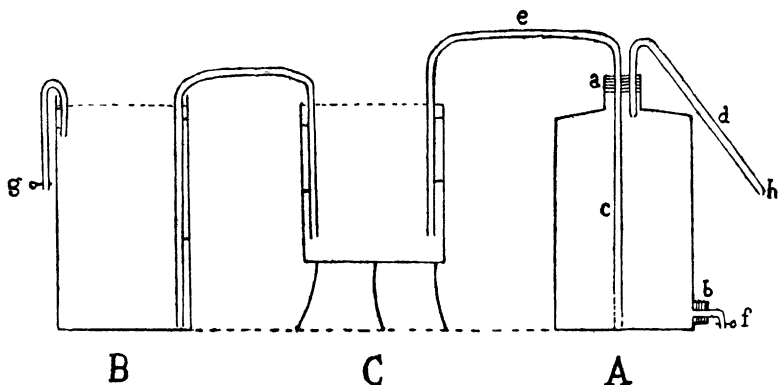
Si sa infatti, come alcuni Autori abbiano recentemente dimostrato che in parecchi Anfibi può aver grande importanza una respirazione bocca-faringea, la quale potrebbe sostituire in massima parte la respirazione pulmonare, sia che i polmoni vengano asportati, sia che manchino naturalmente³⁾.

¹⁾ Come si vede la differenza è sempre notevolissima, anche tenendo conto della differente unità di misura alla quale il MAC DONNEL e il RUSCONI possono essersi riferiti.

²⁾ *Influence . . .* (V. avanti).

³⁾ Vedi specialmente: A. MARCACCI, *L'asfissia negli animali a sangue*

Ho adoperato il seguente apparecchio:



Una boccia *A* munita di due aperture, una superiore *a*, l'altra inferiore *b*, era chiusa nella prima da un tappo con due fori: uno di questi era attraversato da un cannello di vetro *c* che si continuava inferiormente con un breve tubo di caoutchouc a pareti bucherellate (ognuno dei fori non permetteva il passaggio di un girino) e coll'estremo inferiore aderente al fondo della boccia; l'altro da un tubo a sifone *d* il cui estremo pescante nella boccia terminava con una piccola apertura tale da non lasciare libero il passaggio neanche ad una larva molto giovane. All'estremo superiore di *c* era innestato un tubo di gomma *e* che pescava in un recipiente *C* mantenuto costantemente pieno per mezzo di un filo d'acqua proveniente da un rubinetto. L'apertura inferiore *b* della boccia era attraversata da un cannello di vetro piegato e terminato da un tubo di caoutchouc munito di morsetta *f*.

In questa boccia io introdussi le larve in esperimento. Perchè in essa non restasse aria procedetti in questo modo: dopo avere riempito completamente di acqua la boccia, di avere introdotto in questa le larve e legato al tubo *c* le alghe necessarie alla loro alimenta-

zione ¹⁾, collocai a posto il tappo superiore, tolto da esso il tubo *d*; quindi, estratta l'estremità di *e* dal recipiente *C*, e adattatovi un piccolo imbuto, versai tanta acqua finchè quella della boccia cominciò a fluire dall'apertura libera del tappo, avendo cura che sotto di questo non restassero bolle d'aria: poi, rimesso a posto il tubo *d*, continuai a versare acqua in *e*, finchè esso (*d*) fu pieno; allora, chiuse l'estremità *h*, riempii *e* che immersi in *C*: essendo in questo vaso la superficie del liquido ad un livello maggiore di *h*, l'acqua fluiva continuamente da qui dopo avere attraversato tutta la boccia *A*. Quando poi volevo estrarre qualche larva facevo pescare *h* in un vaso con acqua, aumentavo la velocità di efflusso dal rubinetto alimentatore di *C* e aprivo la morsetta *f*: così, senza introdurre aria in *A*, potevo estrarne quanti girini mi piacesse. Presso alla boccia tenevo un vaso di confronto *B* nel quale, per mezzo di un tubo partente da *C* e di un sifone munito di morsetta *g*, era stabilito un circolo continuo di acqua come è mostrato dalla figura precedente. Ciò feci perchè i girini di *A* potessero confrontarsi con altri posti nelle identiche condizioni, fatta eccezione della libertà di usufruire o no dell'aria libera: e per questo io stabilii le cose in modo, stringendo convenientemente la morsetta *g*, che la circolazione dell'acqua fosse ugualmente rapida in *A* e in *B*; questa era tale che ogni ora passava attraverso a ciascuno dei due recipienti circa $\frac{1}{2}$ litro di acqua, ed, essendo la capacità di ognuno di circa litri 1,200, l'acqua veniva rinnovata pressochè 10 volte in un giorno.

Il giorno 22 febbraio furono introdotti, tanto nella boccia che nel vaso, due girini di *Bufo* provenienti da uova portate in laboratorio negli ultimi di gennaio, le quali tutte morirono meno 5 di

¹⁾ Queste, poichè vivevano abbastanza bene, furono rinnovate una sola volta: allora, tolto rapidamente il tappo superiore insieme ai tubi che lo attraversavano, gliene sostituii uno imperforato la cui base toccava la superficie dell'acqua, poi, rinnovate le alghe, che erano attaccate a *c*, ricollocai tutto a posto. Approfittai anche di quest'occasione per disporre intorno all'estremità interna alla boccia del tubo *d* alcuni fili resistenti di alghe i quali formavano come una gabbia, atta ad impedire che i girini fossero attratti per la coda dal flusso d'acqua uscente dalla boccia.

cui una fu fissata, le altre quattro furono adoperate per l'esperienza. Le quattro larve non erano in uno stadio identico di sviluppo ma a due a due molto vicino: ad ogni modo, in tutte l'opercolo si distendeva più o meno sulle branchie esterne: ebbi cura di mettere le larve presso a poco uguali in recipienti diversi. Chiamerò α , β , quelle del vaso *B*; α' , β' , quelle della boccia.

Il giorno 25 introdussi in ciascuno dei due recipienti 60 larve molto giovani ma col tubercolo caudale bene sviluppato. Perchè la introduzione di esse nella boccia non fosse accompagnata da entrata di aria, inalzai il vaso *C* finchè il livello dell'acqua in esso fosse superiore a quello del collo della boccia, poi tolsi il tubo *d* e gli sostituii un piccolo imbuto che, per sollevamento di *C*, si riempì d'acqua; vi posi le larve e abbassai convenientemente *C*: ripetendo opportunamente l'inalzamento e l'abbassamento, tutte le larve furono introdotte: allora, tolto l'imbuto, mantenendo sempre *C* all'altezza voluta, ricollocai a posto il tubo *d*.

Dal 2 al 7 marzo osservai come α' e β' si tenevano ora attaccati al collo della boccia, ora al tubo *c* (ma sempre all'altezza del collo) ora alla base del tappo; spesso poi facevano sforzi per salire girando intorno a questa, mentre i girini corrispondenti del vaso stavano presso alla superficie dell'acqua. Nello stesso tempo molti dei piccoli della boccia eransi attaccati al tubo *c* (presso il tappo) o alle alghe; nel vaso molti di essi stavano presso alla superficie dell'acqua. La mattina del giorno 7 trovai morti α' e β' : li tolsi, il che non fu difficile, essendo essi caduti al fondo, li misurai e li fissai: lo stesso feci per α e β . Essi avevano raggiunto la lunghezza media di 13^{mm}, le branchie esterne si erano quasi completamente riassorbite: quelli del vaso e quelli della boccia non presentavano a due a due differenze di mole notevoli.

Le piccole larve rimaste nella boccia continuarono per un certo tempo a rimanere attaccate o alla parete di questa o al tubo interno o alle alghe, poi cominciarono a nuotare: raggiunto un certo grado di sviluppo, esse tennero un contegno simile a quello di α' e β' . Di tempo in tempo io ne estraevo tre o quattro, le misuravo e le fissavo in acido picrico concentrato o in sublimato (soluzione

acquosa satura): lo stesso facevo per altrettante larve del vaso.

Le misure erano prese col metodo già detto; ma, non avendo io avuto libera scelta dei girini della boccia, non posso attribuire ad esse un grande valore e per questo non ne riporto i risultati: solo noterò come, poco dopo la metà di marzo, cioè al periodo del riassorbimento delle branchie esterne, le larve della boccia cominciarono a restare indietro nello sviluppo a quelle del vaso: la differenza andò sempre accentuandosi; il 21 aprile era giunta a circa 2 millimetri per quel che riguarda la lunghezza. L'11 aprile restavano nella boccia 10 girini. Questi però, dopo essersi comportati, per un certo tempo, come α' e β' , se ne stettero al fondo immobili: il giorno 20 ne estrassi due dei quali uno era morto. La mattina del 21, degli 8 rimasti, uno solo era manifestamente vivo, gli altri morti o morenti: tre di essi presentavano grossi idropi: il 23 erano tutti morti. Essi raggiunsero le massime dimensioni di 14^{mm}, 50 in lunghezza e 3^{mm}, 20 in larghezza.

Ebbi cura di fissarli subito appena morti a fine di poterli confrontare con quelli del vaso *B*. Questi fecero il loro sviluppo normale. Le larve che io avevo man mano conservato furono in parte imparaffinate, ridotte in sezioni di 10 μ , colorite con l'ematossilina del Böhmer (5') e poi con eosina (soluz. acquosa 2 %) (1').

Dal confronto microscopico fra larve di ugual mole della boccia e del vaso non risultarono differenze nello sviluppo degli organi respiratori. In quella di *A* che raggiunse dimensioni più grandi i polmoni si presentano come due tubi angusti lunghi circa 0^{mm}, 13 sbocanti in una breve camera laringo-tracheale ancora completamente separata dall'esofago. Ugualmente sviluppati sono quelli di una larva delle stesse dimensioni, allevata nel vaso *B*.

Naturalmente non ci sono differenze nello sviluppo della vascolarizzazione in nessuna parte dell'intestino.

Dalle mie esperienze parrebbe risultare:

1.° — Le larve di *Bufo vulgaris*, almeno per un rinnovamento non molto rapido dell'acqua in cui vivono, non possono svilupparsi completamente e neanche possono vivere lungo tempo se la vicinanza dell'aria libera loro manchi, almeno quando a questa condi-

zione esse sono sottoposte durante la formazione del tubercolo codale e forse anche nel periodo del riassorbimento delle branchie esterne.

2.° — La privazione dell'aria libera non solo impedisce il prolungarsi della vita, ma, durante questa, rallenta lo sviluppo.

Per quel che riguarda l'azione di essa sullo sviluppo dei polmoni, io credo che le esperienze dovrebbero ripetersi non solo cercando di prolungare la vita delle larve, il che si potrebbe forse ottenere con un più rapido rinnovamento di acqua, ma adoperando girini di una specie, come ad es. il *Discoglossus pictus*, in cui i polmoni si sviluppano più rapidamente che nel *Bufo vulgaris*. Nelle mie esperienze infatti era pressochè impossibile un'azione della mancanza di aria libera nello sviluppo dei polmoni, dato che questi, anche in condizioni normali, per lo stadio raggiunto dalle larve, non potevano presentarsi che all'inizio della loro formazione.

Ho fatto anche esperimenti sull'influenza del disaeramento parziale dell'acqua nello sviluppo del *Bufo vulgaris*, ma, forse per la piccola quantità di aria sottratta (per mezzo dell'ebullizione), non ho potuto osservare differenze notevoli fra larve in acqua normale e larve in acqua parzialmente disaerata.

Sento il dovere di ringraziare l'Illustre Prof. Richiardi il quale non solo mi fornì col materiale dell'Istituto da Lui diretto, tutto quanto mi è stato utile nel presente lavoro, ma mise a mia disposizione la sua ricchissima biblioteca privata.

Pisa, maggio 1902.

Elenco dei lavori citati nel testo.

1. — M. RUSCONI. *Descrizione anatomica degli organi della circolazione delle larve delle Salamandre acquatiche*. Pavia 1817.
2. — F. W. EDWARDS. *Traité de l'influence des agents physiques sur la vie*. Paris, 1824.
3. — J. HIGGINBOTTOM. *Philosophical Transactions*, 1850.
4. — Lo stesso. *Influence des agents physiques sur le développement du têtard de la grenouille*. *Journal d. Phys. d. BROWN-SÉQUARD*, t. VI (1863), p. 204.
5. — J. BÉCLARD, *Note relative à l'influence de la lumière sur les animaux*. *Comptes rendus Acad. Sc.*, t. XLVI (1858).
6. — R. MAC DONNEL. *Exposé de quelques expériences concernant l'influence des agents physiques sur le développement du têtard de la grenouille commune*. *Journ. d. Phys. d. BROWN-SÉQUARD*, t. II (1859), p. 625.
7. — A. POEY. *Influence de la lumière violette sur la croissance de la vigne, des cochons et des taureaux*. *Comptes rendus Acad. Sc.*, t. LXXIII (1871), p. 1236.
8. — J. B. SCHNETZLER. *Bull. de la Soc. vaudoise d. Sc. nat.*, vol. XIII, n. 72.
9. — Lo stesso. *Influence de la lumière sur le développement des larves de grenouilles*. *Bibliot. univers. Arch. d. Sc. phys. et nat. de Genève IX sér.*, vol. 51 (1874), p. 247.
10. — M. LESSONA. *Studi sugli Anfibi anuri del Piemonte*. *Reale Acc. Lincei. Mem.*, vol. I (1877).
11. — E. YUNG. *Contributions à l'histoire de l'influence des milieux physiques sur les êtres vivants*. I. *Influence des différentes couleurs du spectre sur le développement des animaux*. *Arch. d. Zool. expér. et génér.*, t. VII, n. 2 (1878), p. 251.
12. — Lo stesso. *De l'influence....* *Comptes rendus Accad. Sc.*, t. XCI (1880), p. 440.
13. — Lo stesso. *Propos scientifiques*. Paris et Genève (1890).
14. — » *De l'influence.....* *Comptes rendus Acad. Sc.*, t. CXV (1892), p. 620.
15. — E. SERRANO-FATIGATI. *Influence.....* *Comptes rendus Acad. Sc.*, t. LXXXIX (1879), p. 959.
16. — HÉRON-ROYER. *Le Naturaliste*, n. 48 (1881).

17. — HÉRON-ROYER. *Cas tératologiques observés chez quelques têtards de Batraciens anoures et de la possibilité de prolonger méthodiquement l'état larvaire chez les batraciens.* Bull. Soc. Zool. Franc., IX (1884).
18. — J. KOLLMANN. *Die Anpassungsbreite der Batrachier und die Correlation der Organe.* Zool. Anzeig. n. 167 (1884).
19. — L. CAMERANO. *Nuove osservazioni intorno alla neotenia ed allo sviluppo degli Anfibi.* Atti d. R. Acc. Sc. d. Torino, vol. 20, (30 nov. 1884).
20. — Lo stesso. *Note di biologia alpina. I. Dello sviluppo degli Anfibi anuri sulle Alpi.* Boll. Musei Zool. e Anat. Comp. d. R. Univ. d. Torino, vol. II, n. 30, (1887).
21. — Lo stesso. *Nuove ricerche intorno allo sviluppo ed alle cause del polimorfismo dei girini degli Anfibi anuri. II. Azione della luce.* Atti d. R. Acc. Sc. d. Torino, vol. 28 (1892-93).
22. — Lo stesso. *Dell'azione dell'acqua corrente e della luce sullo sviluppo degli Anfibi anuri.* Boll. Mus. Zool. e Anat. Comp. d. R. Univ. d. Torino, vol. VIII, n. 140 (1893).
23. — Lo stesso. *Ricerche anatomo-fisiologiche intorno ai Salamandridi normalmente apneumoni.* Atti d. R. Acc. Sc. d. Torino, vol. 29 (13 maggio 1894).
24. — L. HERMANN. *Weitere Untersuchungen über das Verhalten der Froschlarven im galvanischen Strome.* Archiv. für die gesammte Physiologie d. Menschen u. d. Thiere. 39 Bd., Bonn. 1886.
25. — A. MARCACCI. *L'asfissia negli animali a sangue freddo.* Atti della Soc. Tosc. di Sc. Nat., Memorie, vol. XIII, 1894.
26. — A. FISCHER. *Ueber Beeinflussung und Entwicklung des Pigments.* Arch. f. mikr. Anat. u. Entwickl. XXXXVII Bd., 4 Heft, 14 Juli 1896.
27. — W. FLEMMING. *Ueber den Einfluss des Lichts auf die Pigmentierung der Salamanderlarve.* Ibid. XXXXVIII Bd. 2 H., 7 Nov. 1896.
28. — Lo stesso. *Weitere Bemerkungen über den Einfluss von Licht und Temperatur auf die Färbung der Salamanderlarve.* Ibid. 4 Heft. 28 Jan. 1897.
29. — G. CHIARUGI e F. LIVINI. *Della influenza della luce sullo sviluppo delle uova degli Anfibi.* Mon. Zool. It., Ann. VIII (1897), p. 90.
30. — F. LIVINI. *Della varia influenza che alcuni agenti esterni esercitano sulle uova di « Salamandrina perspicillata » a seconda del differente periodo di sviluppo.* Lo Sperimentale (Arch. di Biologia), anno LII, fasc. 4, pag. 320-349, Firenze, 1898.