

ATTI  
DELLA  
REALE ACCADEMIA DEI LINCEI  
ANNO CCXCIX.

1902

SERIE QUINTA

RENDICONTI

Classe di scienze fisiche, matematiche e naturali.

VOLUME XI.

1° SEMESTRE.



ROMA  
TIPOGRAFIA DELLA R. ACCADEMIA DEI LINCEI

PROPRIETÀ DEL CAV. V. SALVIUCCI

1902

Zoologia. — *Osmosi ed assorbimento nelle reazioni a soluzioni anisotoniche (Protozoi e Limnaea stagnalis)*. Nota del dott. PAOLO ENRIQUES, presentata dal Socio EMERY.

Come dall'osservazione dei fenomeni particolari che si presentano allo sguardo dello sperimentatore, si traggono direttamente leggi particolari riguardanti determinati oggetti e determinate condizioni, così dall'osservazione di molti fenomeni somiglianti, ma non identici, derivano i concetti più vasti e le leggi più generali. Io mi propongo appunto, in questa Nota, di abbracciare con un solo sguardo quegli Infusorii e quelle *Limnaeae stagnales* che furono oggetto di ricerche riferite in tre Note precedenti a questa; e di esaminare i risultati generali, che forse non si potrebbero trarre da una sola serie di ricerche, fatte su un unico gruppo di animali. È la distanza grande che corre tra i Protozoi e i Molluschi, ciò che darà forza alle mie conclusioni generali, là dove fenomeni perfettamente simili si verificano in questi due gruppi di animali nelle mie esperienze.

Per mezzo di esse compaiono, nella reazione a soluzioni anisotoniche, due fenomeni, per natura loro differenti. Il primo, quello che si manifesta subito, è il fenomeno osmotico, che riguarda soltanto il passaggio dell'acqua. Esso dipende dalla semipermeabilità delle membrane che separano, nell'animale in esperienza, l'ambiente interno dall'esterno. Tale proprietà delle membrane è stata dimostrata direttamente soltanto per l'ingluvie dell'*Aplisia* (Bottazzi e Enriques); ma da quelle esperienze risulta anche un buon criterio per decidere se in queste da me ora riferite il fenomeno osmotico riguardi o no anche i sali. Noi trovavamo nella membrana dell'*Aplisia* un passaggio di acqua notevolissimo verso la soluzione ipertonica, quando sale non passava affatto in senso inverso; invece, se anche una piccolissima quantità di sale traversava la membrana, il passaggio dell'acqua si riduceva subito ad una quantità minima. Ora, quando si osserva una variazione di volume o di peso notevolissima in un animale sottoposto a variazioni di tonicità dell'ambiente, se ne deve dedurre che l'equilibrio si stabilisce senza che sale traversi le membrane. E dunque, nel caso delle nostre esperienze, che nella reazione osmotica la quale si produce come primo effetto nei Protozoi e nella *Limnaea stagnalis*, portati in ambienti più diluiti o più concentrati, le membrane agiscono come membrane semipermeabili.

Ma il mio intento non è di insistere troppo su questo concetto. Ciò che a me preme è di mettere nettamente in evidenza come nella reazione successiva, la quale si palesa assai più tardivamente, e per la quale le membrane dell'animale sono traversate da acqua e sale in maniera tale da com-

pensare la variazione di volume subita, che in questa seconda reazione i sali passano per un meccanismo differente da quello dell'osmosi.

In primo luogo si tenga ben presente questo fatto, che tale seconda reazione non sempre si produce; quando la soluzione è troppo anisotonica, e la contrazione o dilatazione osmotica è stata troppo forte, l'animale non ripara a questo primo effetto, e muore, spesso lentamente, non incominciando nemmeno la seconda reazione compensatoria. Nei casi in cui la reazione compensatoria avviene, essa è sempre molto lenta e tardiva; vediamo p. es. degli Infusorii, portati in una soluzione ipertonica, rimanere contratti per ore o per un giorno intero (la contrazione insorge subito, in pochi secondi), e poi a poco a poco tornare alla grandezza primitiva; è evidente che il primo fatto esprime una reazione inevitabile, dannosa (spesso seguita ben presto dalla morte), il secondo esprime invece un adattamento dell'organismo alle nuove condizioni. Il secondo fatto (questa è una condizione molto caratteristica e significativa), tanto negli Infusorii che nella *Limnaea*, oltrepassa per lo più, col suo effetto compensatorio, i limiti della grandezza primitiva; così l'animale, immerso in soluzioni ipertoniche, arriva, durante un certo periodo di tempo, a dimensioni maggiori delle iniziali. Nessun fenomeno di osmosi o di diffusione potrebbe rendere conto in maniera accettabile, di questo modo di comportarsi. È invece un carattere proprio della vita del protoplasma, quello di reagire a una condizione nuova con intensità maggiore di ciò che sarebbe necessaria per ottenere una esatta compensazione. Di più, e questo si vede bene specialmente negli Infusorii, mentre la reazione osmotica dei primi momenti è repentina, quella secondaria compensatrice è lenta e lunga. Addentrandosi più particolarmente nell'esame dei fatti, si osserva che proprio quando vi è differenza di concentrazione tra l'ambiente esterno e l'interno, i sali non passano attraverso alle membrane: e quando invece tale differenza non vi è più, perchè il passaggio dell'acqua l'ha compensata, allora i sali passano (insieme coll'acqua) per ricondurre l'animale alle condizioni primitive. Tutte queste considerazioni fatte sulla base dei risultati delle esperienze, *dimostrano*, a mio parere, che la seconda reazione non è affatto di natura osmotica, ma è la conseguenza di proprietà fisiologiche delle cellule. Noi la possiamo chiamare, a seconda dei casi, *assorbimento compensatorio*, o *escrezione compensatoria*; è evidente che questo fenomeno deve seguire le stesse leggi che seguono l'assorbimento e l'escrezione, anche nelle condizioni normali. Leggi, tra cui vi è una condizione di necessità non mai contraddetta dai fatti: la vita, anzi si potrebbe dire la *salute*, del protoplasma.

Se vogliamo fare un raffronto, consideriamo un uomo che abbia subito un forte salasso. Esso è un animale in cui i liquidi organici scarseggiano, e devono essere rapidamente reintegrati nella loro quantità, perchè la vita possa continuare. Ed allora (prescindendo dalla riformazione dei globuli rossi ecc.), fenomeni che insorgono più tardivamente, egli reagisce con un

*assorbimento* attraverso alla membrana del canale digerente, di acqua e di sali, non compensato da una corrispondente escrezione. Non è questo fenomeno nulla più che l'esagerazione di un processo normale; ordinariamente c'è da compensare soltanto le perdite che si subiscono per l'escrezione; in quelle condizioni patologiche che abbiamo supposto, si aggiungono a queste delle perdite artificialmente prodotte. Analogamente, nell'uomo che abbia subito l'iniezione in circolo di una certa quantità di soluzione isotonica, si esagera il processo di escrezione, il quale normalmente compensava soltanto l'ingresso di sostanze dovuto all'assorbimento. Ed in questi due processi, di assorbimento e di escrezione esagerata, le membrane sono attraversate da acqua e sali, per un processo fisiologico ancora molto avvolto nelle tenebre.

L'osmosi e l'assorbimento (o resp. l'escrezione) sono dunque due fenomeni antagonistici nelle reazioni ad ambienti anisotonici. E le membrane attraverso alle quali, in tempi differenti, ma nelle stesse, avvengono i due processi, hanno dunque la curiosa proprietà, in cui si include apparentemente una contraddizione, di essere permeabili ed impermeabili ai sali: sono impermeabili osmoticamente, permeabili per assorbimento; i sali non possono passare per il processo fisico della diffusione, ma possono passare per un meccanismo fisiologico, legato alla vita del protoplasma. Un fatto di anche più palese antagonismo potrà mettere in evidenza tra breve, per ciò che riguarda l'assorbimento nelle Oloturie; mi basta per ora di impostare la questione; si è lungamente discusso se l'assorbimento sia o no un processo fisico di diffusione; e si è dimostrato che non lo è; adesso c'è un passo di più da fare: decidere se nell'assorbimento la diffusione sia uno degli elementi del processo, o se esso ne sia del tutto indipendente. Nelle presenti ricerche, sebbene non vi sia una sicura risposta a questa questione, vi è qualche cosa in proposito; esse hanno infatti portato degli esempi in cui l'assorbimento, attraverso a membrane bagnate dalle due parti da soluzioni tra loro anisotoniche, comincia solo tardivamente, quando già la possibilità della diffusione è tolta, perchè il passaggio osmotico dell'acqua ha stabilito l'equilibrio di concentrazione tra dentro e fuori.

Mi preme anche di stabilire, rispetto agli animali privi di canale digerente, che è falso il concetto dell'assorbimento in essi per endosmosi. Esso deriva da una pura apparenza formale, ed è stato sempre tramandato dalla tradizione, senza tentare di sottoporlo alla critica. Le Opaline, Infusorii senza canale digerente, e che quindi si nutrono assorbendo i materiali attraverso alla membrana che limita esternamente il loro corpo, presentano, sottoposte all'azione di soluzioni anisotoniche, le medesime rapide variazioni di volume, per le quali si deve dedurre la impermeabilità osmotica ai sali. E, come gli altri Infusorii che ho sperimentato, e come la *Limnæa stagnalis*, i fenomeni successivi di compensazione insorgono tardivamente, e soltanto quando la pri-

mitiva reazione osmotica non sia troppo forte; passano dunque i sali attraverso alla loro membrana esterna, proprio quando la differenza di concentrazione tra dentro e fuori non esiste più. Insomma, esse mostrano gli stessi fenomeni che si osservano negli animali con canale digerente. Il fatto di avere gli altri animali la membrana assorbente (o almeno la membrana assorbente per eccellenza) introflessa dentro il corpo a formare il canale digerente, mentre questi non la hanno, non è una differenza che debba portare di necessità come conseguenza un diverso meccanismo di assorbimento nei due casi. Dunque *a priori* non si doveva ritenere che gli animali senza canale digerente si nutrano per endosmosi. Tanto più che vi sono molti organismi in cui non esiste un tal meccanismo di chiusura della *bocca*, da far sì che il canale digerente possa assumere dei rapporti coll'ambiente esterno diversi da quelli delle membrane limitanti il corpo. *A posteriori* poi quel concetto va completamente rigettato, ora che vediamo la stessa indipendenza tra endosmosi ed assorbimento in questi animali come negli altri.

Che vi siano esseri viventi capaci di assumere sali per osmosi, pare di sì. Alcuni Flagellati, tra cui gli *Oikomonas*, sembrano essere nel numero; probabilmente anche i Batterii vi sono compresi. Lo fa sospettare la facilità con cui si possono trasportare questi organismi da un ambiente ad un altro molto diverso per concentrazione, direttamente, senza che si osservino fenomeni di contrazione (resp. dilatazione), nei Flagellati, in cui è possibile una simile indagine, o la morte nei Batterii i quali per la loro piccolezza non si prestano ad essa. Forse anche certi vegetali inferiori, certi Nostoc e certe Diatomee, per simili ragioni, presentano le stesse condizioni. La differenza tra tutti questi organismi e gli altri che abbiamo fino ad ora preso in considerazione, consiste in questo: che in questi i sali attraverserebbero subito la membrana esterna, quando l'ambiente diviene ad un tratto più concentrato o più diluito; passerebbero subito per diffusione, senza attendere l'intervento delle funzioni cellulari.

Infine, due parole relativamente alla adattabilità del protoplasma a vivere in ambienti variamente concentrati. Tale questione è distaccata dallo studio della permeabilità e delle proprietà delle membrane. Si riannoda però alle esperienze da me fatte, in quanto osservavo la morte degli animali, ogni volta che conducevo la concentrazione dell'ambiente ad una troppo elevata (anche se la accrescevo a grado a grado). Così le *Limnaeae*; ed è caratteristico il fatto che, quando il protoplasma già si trova in condizioni tali che non può più compiere la funzione dell'assorbimento compensatorio, ancora persiste la capacità della reazione osmotica con passaggio di acqua straordinariamente prevalente sul passaggio dei sali. Ben comprensibile, dal punto di vista dell'adattamento all'ambiente, che gli animali delle infusioni, i quali vivono in un ambiente molto variabile, resistano molto di più alle variazioni di concentrazione; e da ricordarsi un'ultima volta, l'aumento dei sali nell'in-

terno dei germi derivati da organismi fatti vivere artificialmente in un ambiente più concentrato del loro abituale.

Come conclusione generale delle ricerche di vario genere compiute su animali diversi, riferite nelle tre Note precedenti a questa, e qua prese in considerazione da punti di vista più generali, posso dire che:

*Esistono animali e condizioni in cui le stesse membrane non lasciano passare i sali disciolti nell'acqua, durante un lungo tempo, in cui la concentrazione ai due lati di esse è diversa; e li lasciano passare dopo, insieme con l'acqua (passaggio per assorbimento), quando la concentrazione già era divenuta, ai due lati la stessa, a causa del passaggio osmotico dell'acqua.*

*Passaggio osmotico e passaggio per assorbimento significano cose che forse sono completamente indipendenti tra loro.*

#### PRESENTAZIONE DI LIBRI

Il Segretario CERRUTI presenta le pubblicazioni giunte in dono, segnalando quelle dei Soci D'ACHIARDI e PICKERING, e un volume intitolato: *Cinquantenaire scientifique de M. Berthelot (1851-1901)*.

Il Socio CAPELLINI fa omaggio della propria pubblicazione: *Balene fossili toscane. I. Balaena etrusca*.

#### PERSONALE ACCADEMICO

Colle norme prescritte dallo Statuto, l'Accademia procedette, nell'adunanza generale del 31 maggio 1902, all'elezione del Presidente. Lo spoglio dei voti venne fatto dai Soci CIAMICIAN e LANCIANI.

La votazione dette i risultati seguenti:

Votanti 62. — VILLARI P. 54; COMPARETTI 3; GUIDI 2; ASCOLI 1. Schede bianche o nulle 2. — Eletto VILLARI PASQUALE.

Questa elezione, a termini dell'art. 15 dello Statuto, sarà sottoposta all'approvazione di S. M. il Re.

#### CORRISPONDENZA

Il Segretario CERRUTI dà conto della corrispondenza relativa al cambio degli Atti.