

## Studi di fisiologia etologica.

### III. Sulla filogenesi e sul significato biologico del sonno e di alcuni stati affini.

Per Osv. Polimanti

(dalla Sezione di Fisiologia della Stazione Zoologica di Napoli).

L'entità ed il meccanismo intimo di molte funzioni fondamentali e comuni a varie classi di animali rimangono spesso a noi completamente ignorati, o per lo meno vengono spiegati in maniera poco attendibile, perchè uno dei più gravi errori si è quello appunto di andare a spiegare questi fenomeni, rivolgendo unicamente l'attenzione su quei gruppi di animali, che sono più sviluppati ed evoluti. Insomma, non contenti che abbiano una calotta cranica e una colonna vertebrale, si vanno spesso a scegliere quelli che abbiano un asse cerebro-spinale di ordine assolutamente superiore. Io ritengo che un biologo deve assolutamente rifuggire da questo modo di pensare, che è fonte di così gravi lacune, specialmente nella fisiologia, e per spiegarsi questi determinati fenomeni deve lasciare un po' le anguste mura di un laboratorio, non fondarsi sopra un esperimento di vivisezione, e su altri fatti simili, se non come un complemento, ed affacciarsi un po' più liberamente alla contemplazione dei fenomeni naturali. Egli deve sforzarsi di cercare delle spiegazioni, che possano applicarsi a tutti gli animali, che presentano quel determinato fenomeno, che è oggetto di studio, siano questi situati in alto o in basso nella scala zoologica. Si può dire però che in genere si rifugge dalla trattazione di tali questioni generali (ciò fanno specialmente i fisiologi), tanto che non assurgono all'onore di essere trattate, o se ciò viene fatto, solo molto fuggacemente, perfino nei così detti libri di testo. Uno dei fenomeni appunto, quasi del tutto trascurato, è il sonno e gli stati affini a questo, quantunque da vari autori (fra gli altri Naville 1878 p. 66 — Wilbrand e Sängner 1900 I p. 520 — Claparède 1905 p. 247) sia stato protestato contro una tale monca concezione delle funzioni vitali.\*)

\*) Completo a questo proposito la statistica bibliografica iniziata da Naville (1878 p. 66) e Claparède (1905 p. 247), riguardante appunto il numero delle pagine dedicate al fenomeno „Sonno“, comparato con quello complessivo dei singoli trattati di fisiologia: von Bunge (pag. 19 su 2 Volumi di circa 1000 pagine, *Lehrbuch der Physiologie des Menschen*, Leipzig 1905), von Tschermack (pag. 4 su 4 Volumi ed uno di supplemento del Nagel's *Handbuch der Physiologie*), Tigerstedt in 2 Volumi di circa 1000 pagine tace su „Sonno“, (*Lehrbuch der Physiologie des Menschen*, III. Aufl., Leipzig 1905).

Luciani anche, infine, non l'ha creduto addirittura degno di figurare nell'inventario, infatti, nel suo trattato di *Fisiologia dell'uomo* (Volumi 4, Pagine 2000 circa, Milano 1901—1911), non si accenna nemmeno lontanamente a questa funzione, che occupa precisamente il terzo della durata della vita umana.

Il sonno (spiegherò poi il significato biologico che deve ascriversi a questa parola) è appunto una di quelle funzioni proprie di molti animali non molto evoluti e sprovvisti anche di un sistema nervoso centrale molto sviluppato e non so comprendere quindi, come i vari autori, che si sono occupati di questo argomento, per cercare di darne una spiegazione, siano ricorsi a delle spiegazioni prettamente antropomorfe e non abbiano cercato di darne una che potesse applicarsi ai vari animali considerati nel loro insieme. Scopo di questo lavoro è di cercare una spiegazione biologica del „sonno“ (e di alcuni stati affini a questo) e che possa essere applicata a tutti gli animali che presentano questo fenomeno, dai più in basso situati nella scala zoologica, a quelli più evoluti. Un tentativo simile, di cercare cioè una spiegazione biologica, io lo feci già per la „fame“ (Polimanti 1911).

I vari autori si sono occupati sopra tutto di vedere e studiare i vari fenomeni che si hanno nel sonno, specialmente nell'uomo, e su queste osservazioni fondarono le loro varie spiegazioni e le loro varie teorie sulla genesi del sonno. Le quali naturalmente, come vedremo ora, essendo di ordine prettamente antropomorfo, possono essere applicate (ciò non sempre però) solamente all'uomo e a qualche animale superiore.

Per conoscere bene e intimamente i fenomeni periodici con successo, è necessario conoscere non solamente i loro punti finali, ma anche i dati di loro apparizione.

Bisogna ora rendersi ragione di quale ordine, di quale specie è questo fenomeno ritmico, che è il sonno.

Ciò facendo questi autori rimangono assolutamente estranei all'intimo meccanismo biologico di tale fenomeno. È assolutamente inutile quindi, che io stia qui a riportare le varie teorie e le varie spiegazioni di tale genere che oggi sono più in voga per spiegare il „Sonno“, perchè a nulla servirebbero per la soluzione del problema\*).

Difatti, come ho sopra accennato, per la ricerca di una tale spiegazione, trattandosi che il „sonno“ è una funzione della materia vivente, non dobbiamo solamente soffermarsi sugli animali più evoluti, ma trovare una spiegazione che si possa applicare a tutti, ossia una spiegazione biologica. Nessuna delle teorie, oggi più in voga, sono al caso, come è stato già del resto accennato da un gran numero di ricercatori, di spiegarci l'origine e il significato biologico del sonno, appunto perchè tutte sono più o meno di ordine antropomorfo.

Riguardo al fenomeno del sonno, si può dire che sia stato studiato nei suoi più minuti particolari, nelle sue manifestazioni, specialmente nell'uomo; però una spiegazione che possa completa-

\*) Chi voglia prenderne visione, potrà consultare: Bertin (1881), Sergueyeff (1890), Manaccine (1896), Pupin (1896), Foster (1896), Claparède (1905), von Tschermak (1905), Bethé (1906).

mente soddisfarci e spiegarci l'intimo meccanismo del „sonno“ a tutt'oggi non è stata certamente trovata.

Però bisogna qui convenire, che qualche tentativo per una spiegazione analoga, a quella che io mi sono proposta di dare, c'è stato.

H. Foster (1900) dimostrò chiaramente che il problema del sonno deve essere aggredito dal lato genetico ed esaminato dal punto di vista della evoluzione. Però, quantunque le premesse del Foster facessero molto sperare per la soluzione di questo problema, pure non arrivò in seguito assolutamente a liberarsi dalle teorie chimiche e non dette al sonno il suo vero significato biologico.

È stato indubbiamente merito di Brunelli (1903) l'aver intraveduto nettamente la questione dirigendosi la domanda: „Può il biologo appagarsi del sonno studiato entro l'angustia della cassa cranica?“

Il Brunelli, con una critica molto acuta (1902), dopo avere analizzato minutamente tutte le ipotesi fisiologiche, emesse per spiegare la funzione del sonno e del letargo, ed avere ritenuto che nessuna dà una spiegazione soddisfacente, soggiunge che bisogna studiare queste due funzioni dal lato più largo, che è appunto il genetico. Questo autore ha constatato che il letargo invernale è strettamente legato ad abitudini ereditarie, le quali consistono specialmente nel passare l'inverno in un nido, dove sono ammassate delle provvigioni. La tendenza letargica si sarebbe sviluppata dalla riunione di due condizioni che accompagnano il sonno ordinario, ossia l'immobilità che è alla sua origine un mezzo di difesa durante la notte e proviene anche dalla impossibilità o inopportunità di ricercare il nutrimento, e dall'altro lato anche la monotonia delle sensazioni, che proviene dalla limitazione dei fattori ambientali e che perciò è legata alla immobilità stessa.

Nelle circostanze attuali l'animale sarebbe capace di cadere in sonno immediatamente senza passare per questi stadii, senza che l'immobilità e l'oscurità abbiano attualmente una influenza sull'addormentamento. Il sonno, secondo Brunelli, (1903) dal punto di vista della evoluzione, è un fenomeno di adattamento che si è sviluppato nella lotta per l'esistenza.

Claparède (1905) ha avuto anche il merito di tentare una spiegazione biologica del sonno che in fondo ritiene una attività istintiva (conferma completamente le vedute di Brunelli). Egli dice:

(p. 347). „Le sommeil est une fonction de défense, un instinct qui a pour but, en frappant l'animal d'inertie, de l'empêcher de parvenir au stade d'épuisement. Ce n'est pas parce que nous sommes intoxiqués, ou épuisés, que nous dormons, mais nous dormons pour ne pas l'être.“

Il sonno sarebbe sottoposto alla legge dell'interesse momentaneo ed il suo meccanismo consisterebbe in una reazione di disinteresse e di distrazione totale per la situazione presente.

L'azione riparatrice del sonno proviene dal riposo (l'organismo profitta dell'arresto momentaneo della attività muscolare per eliminare quelle sostanze ponogene che sono la conseguenza di questo e il cui accumolo diverrebbe nocivo) e da un accrescimento dei processi trofici o assimilatori (il rilasciamento della tensione mentale sarebbe probabilmente compensato da un aumento della tensione vegetativa).

Soggiunge poi: (p. 348) „Le sommeil est un phénomène contingent et nullement impliqué dans l'idée de vie.“

Scrutandone poi l'origine filogenetica, lo fa derivare dalla funzione inibitrice di difesa, che ha una grande importanza nella lotta per l'esistenza, sia negli animali come anche nell'uomo. Infine poi ritiene che alcune manifestazioni isteriche, al pari del sonno, hanno lo stesso significato primitivo e derivano dalla funzione inibitrice di difesa.

Questa teoria è stata poi accettata completamente da Nicard, (1905) il quale non ha fatto che esporre, quanto era stato già detto antecedentemente da Claparède (1905 p. 296 Nota).

Gemelli (1906) anche ritiene il sonno una funzione di ordine istintivo.

Ora che abbiamo passato in rassegna le varie teorie biologiche più attendibili, avanzate per spiegare il sonno e gli stati affini a questo, sforziamoci di completarle (come in parte già ho accennato, e come meglio vedremo poi, sono tutte più o meno monche) per farci un concetto il più possibile esatto sia del „sonno“ prendendo questa parola in *sensu strictiori*, come anche che noi abbiamo a che fare con una minore attività, che presentano gli animali in esame e che deve essere quindi ritenuta come un vero e proprio riposo.

Naturalmente, parlando di questi vari stati, io sarò condotto a parlare di quello che si chiama comunemente *v i t a l a t e n t e*, comprendendo in questa non solo quella degli animali inferiori, ma anche lo stato di *i m m o b i l i t à t e m p o r a n e a* degli insetti, dei crostacei, ecc, di *l e t a r g o* degli animali omeotermi e poichilotermi ed anche di stati affini al letargo, come ad esempio il fakirismo.

L'analisi minuta di questi fenomeni (sulla cui genesi mi intratterò poi lungamente) ci aiuterà indubbiamente alla soluzione del nostro problema biologico.

Date queste premesse, occorre adesso appunto vedere, come si comportino gli organismi viventi, sia quando si trovino in un ambiente omogeneo e al quale sono perfettamente adattati, sia anche quando in questo ambiente intervengono delle variazioni violente, alle quali non potrebbero resistere, se non adattandovisi, sospendendo per un tempo più o meno lungo le loro attività vitali, oppure abbandonando l'ambiente nel quale queste variazioni si avverano, non avendo i mezzi per potervisi adattare.

Mi basta qui richiamare l'attenzione, su quanto pensano, a proposito dei processi vitali sia animali che vegetali, geniali fisiologi come E. Hering, Cl. Bernard, E. F. W. Pflüger, L. Hermann, J. Bernstein, Gaskell, A. v. Tschermak.

Secondo questi autori il processo vitale è soggetto ad una doppia variazione, la quale appunto decorre in via ascendente ed in via discendente (fenomeni di assimilazione e di disassimilazione: Hering): è influenzata questa variazione in doppio senso da fattori esterni, però non sono questi che la determinano e la mettono in movimento.

I fenomeni di depressione od eccitamento, inibizione e dinamogenia (Brown Sèquard), anabolismo e catabolismo (Gaskell) sarebbero dello stesso ordine di questi, dei quali ora ci siamo occupati: solo il nome è variato e null'altro.

Questi stessi concetti furono ripresi più recentemente da Verworn (1898 p. 87) il quale dà il nome di *Biotonus* al rapporto A:D, cioè dell'assimilazione e della disassimilazione nella unità di tempo e per una determinata cellula.

Secondo il concetto di Verworn, l'inibizione (*Hemmung* oder *Lähmung*) è l'arresto di una eccitazione esistente per mezzo di una eccitazione di valore antagonistico del *Biotonus* (riferisce specialmente ciò alle cellule nervose), ossia ad una predominanza della assimilazione sulla disassimilazione.

Indubbiamente sono questi fenomeni che regolano e mantengono allo stato normale sia la vita animale come la vegetale ed il quoziente sopra accennato potrebbe anche essere chiamato „Quoziente Vitale“, perchè è appunto da questo rapporto che sono mantenuti integri i fenomeni vitali.

Si tratta in fondo di ascrivere ai processi vitali una vita completamente autotona. Non mi trattengo poi a parlare della influenza che spiega su questi fenomeni il regolatore supremo che è il sistema nervoso, ma tengo solo a rilevare, che questo concetto della vita concorda perfettamente con quest'altro: essere cioè un postulato di tutti i fenomeni vitali i processi di attività e i processi di riposo, che si alternano, come quelli suddetti, a vicenda fra di loro, anzi si concatenano completamente.

Naturalmente, nella ricerca di una spiegazione, noi dobbiamo tenere conto di vari fatti che si riferiscono appunto ai vari animali, da quelli più in basso situati sino a quelli più elevati nella scala zoologica. Per comprendere bene ciò, bisogna che noi partiamo da un principio generale, pensando che tutti i fenomeni naturali sono ciclici e quindi anche il sonno e stati affini, essendo una manifestazione naturale, debbono anche essere fenomeni ciclici.

In natura non si ha esempio di „moto perpetuo“ ed anche la materia vivente sottostà a questa legge fondamentale e regolatrice.

Cominciando dalla funzione dell'epitelio vibratile, che ricopre i minimi organismi (*Amebe*), oppure fa parte di cellule epiteliali speciali (in queste il periodo di riposo si ha, quando il ciglio

vibratile è perfettamente perpendicolare e il periodo di attività quando il ciglio è più o meno abbassato lateralmente) si hanno, (Verworn ha fatto dei bellissimi schemi) dei nodi (riposo) e dei ventri (attività) molto manifesti, che si succedono appunto ritmicamente: ogni manifestazione naturale è ciclica. Ogni organo, ogni parte di un animale (ed aggiungo io anche di una pianta) funziona sempre ciclicamente.

E dunque, se le singole parti di un organismo funzionano ciclicamente, a fortiori l'intero organismo, sia questo più o meno evoluto, preso nel suo complesso, nelle sue manifestazioni, deve essere ciclico, ritmico.

Ed anche il sonno e gli stati affini che sono appunto una manifestazione di un organismo animale (da quello meno sviluppato a quello più sviluppato) devono essere ciclici, ritmici. Wundt (1903 p. 649) anche ritiene, che l'unica cosa, che si possa dire con certezza, è di classificare il sonno fra i fenomeni periodici.

Vedremo poi che tutti gli animali, perchè questo ritmo venga esplicato nel miglior modo possibile, si procurano tutti i mezzi che sono in loro potere e si adattano anche perciò, più o meno completamente, all'ambiente che li circonda.

In questo lavoro io richiamo specialmente l'attenzione sopra i fatti e possibili influenze che io ho potuto osservare e controllare direttamente da me: altrettanti se ne trovano nei libri di Zoologia, Fisiologia ed Anatomia comparata, i quali vengono a sostegno delle idee, da me qui espresse.

Analizzato minutamente questo fenomeno nella sua entità naturale, cercheremo infine di scrutare l'origine filogenetica del sonno.

Naturalmente, per arrivare ad una spiegazione convincente, io terrò conto di quelli animali, dove si ha un riposo, un sonno completo e di quelli infine, dove questo riposo è relativo e si riduce solamente ad una minore attività.

Naturalmente, per fare ciò, io dovrò passare in rassegna i vari fattori che determinano e fanno variare il fenomeno, del quale ora ci interessiamo.

Questi fattori sono intrinseci all'animale, oppure estrinseci (dell'ambiente esterno). Fra gli intrinseci annovero: 1° Conservazione della vita (difesa) 2° Fame, ricerca del nutrimento ed alimentazione 3° Riproduzione e protezione delle prole 4° Società (solo per alcune classi). Fattori estrinseci sono tutte le variazioni chimiche e fisiche che avvengono nell'ambiente esterno: umidità, temperatura, luce e tenebre, pressione barometrica, contenuto in sali, ecc.

Per quanto riguarda i fattori intrinseci agli animali, rimangono costanti in tutte le epoche la difesa e la ricerca del nutrimento, mentre il fattore società non è costante in tutte le classi e la riproduzione anche, nella maggior parte, si avvera solo ciclicamente, in epoche determinate.

Riguardo poi ai fattori estrinseci, ad esempio la luce, ha il suo ritmo nictemerale (giorno e notte).

La temperatura subisce delle grandi variazioni, specialmente quella dell'aria, nelle varie epoche dell'anno, mentre quella del mare non ha delle variazioni così brusche, anzi alcune regioni marine hanno, si può dire, sempre lo stesso grado di temperatura.

Come risulta da studi fatti da molti osservatori, la temperatura dell'acqua alla superficie del Mediterraneo varia entro l'anno fra  $13^{\circ}$ — $26^{\circ}$ C, mentre che quella dell'acqua, al di sopra di 400 metri, è sempre costantemente sui  $13^{\circ}$  C (nell' Aquarium di Napoli la temperatura dei bacini varia fra  $8^{\circ}$ — $23^{\circ}$ C) (Lo Bianco 1909).

Dunque si può ritenere senza dubbio che, per quanto riguarda la temperatura, l'ambiente marino si conserva pressochè costante e non subisce delle grandi variazioni: anzi alcune regioni marine non le subiscono affatto.

La pressione barometrica subisce anche, sia nell'atmosfera, quanto nel mare, delle notevoli variazioni, man mano che scendiamo dalla superficie nelle profondità, o saliamo in alto.

Così anche, ad esempio nel mare, può variare repentinamente la costituzione chimica (gas, contenuto in sali) dell'acqua.

E così via, come vedremo poi partitamente, l'ambiente esterno è molto mutevole: si tratta di vedere, come l'organismo animale risponda a queste variazioni più o meno frequenti e più o meno forti.

Dobbiamo infine parlare qui di un fattore molto interessante, che è appunto la influenza che esercita la „variazione del mezzo ambiente“ sopra i periodi di attività e di riposo degli animali.

Come ha visto molto bene il Bohn „La nature a horreur de la variation“ quindi tutti gli animali, a qualunque classe appartengano — no, tendono sempre ad adattarsi all'ambiente esterno, perchè si compiano nel miglior modo possibile le loro funzioni vitali.

In seguito si vedrà molto bene, come avvengano questi adattamenti all'ambiente esterno.

Il mezzo, nel quale vivono, non è sempre favorevole, perchè possano esercitare nel miglior modo possibile la loro attività abituale, per realizzare le condizioni necessarie alla loro vita e alla propagazione della specie.

Al contrario, la vita di un gran numero di animali è piena di danni e di ostacoli, non hanno sempre il nutrimento necessario, corrono frequentemente il rischio di essere attaccati e spesso, per sottrarsi a questi attacchi, i mezzi abituali mancano loro. Così anche, per riprodursi, gli animali incontrano spesso ostacoli e danni infiniti.

Naturalmente, in queste determinate circostanze, l'attività dell'animale è diretta e si concentra precisamente nel modo più intenso verso il lato della vita, la cui realizzazione è ostacolata, mentre tutte le altre funzioni vitali sono per il momento completamente dimenticate. È inutile che io stia qui a ripetere, od a

portare altri esempi, perchè l'ho già fatto antecedentemente. E si comprende quindi chiaramente, come, in tutti questi casi, il ritmo normale dell'attività e del riposo viene ad essere completamente interrotto, sino a che vigono queste cause, che lo hanno fatto variare bruscamente.

E si comprende anche facilmente, come in queste date condizioni straordinarie che sono intrinseche all'animale stesso, oppure estrinseche (nel mezzo ambiente), l'animale porta tutta la sua attività a compiere questo determinato atto necessario, oppure anche a schivarlo. Naturalmente ciò si compie a detrimento di tutte le altre funzioni e talvolta gli animali, con questo sforzo che compiono, cadono spesso in stato di malattia.

È però anche un fatto oramai messo fuori dubbio, che l'animale si abitua allo stato eccezionale. L'eccezione, proseguendosi, diventa un fatto abituale e, al contrario, la condotta che era ordinaria cessa di esserlo ed in questo caso diventa straordinaria in vista delle variazioni avvenute, o nell'ambiente esterno, o nell'animale stesso.

Molto spesso però accade che l'organismo animale, per vari fattori intrinseci od estrinseci, non può adattarsi a questi ambienti, ed allora, per fuggire alla morte, si possono produrre vari fenomeni a seconda la sua costituzione anatomica e la sua evoluzione.

Si può avere l'emigrazione, oppure la vita latente e sue forme affini (immobilità temporanea degli insetti e dei crostacei), oppure anche, nelle forme più evolute di invertebrati e vertebrati, si ha il letargo.

Variando sempre quasi continuamente, almeno in alcuni ambienti, tutti o alcuni solamente, i fattori fisici e chimici, ogni animale (ben s'intende non in tutte le classi) tende a crearsi attorno un ambiente perfettamente omogeneo, dove non possa subire alcuna variazione, o almeno il minore numero possibile, perchè tutte le sue funzioni possano essere compiute bene.

Per fare ciò, come vedremo, i vari animali adoperano vari mezzi. La prima difesa, che sorge, è il „nido“.

Intendo dare a questa parola il più ampio significato, perchè per me, biologicamente, sono assolutamente uguali la fessura occasionale del terreno, dove si rifugia l'animale, un foro praticato artificialmente, il nido degli insetti, quello degli uccelli, la spelunca dei felini e l'abitazione umana. E forse possono ritenersi omogenei anche quei nidi ambulanti che può crearsi un crostaceo, caricandosi i più svariati residui minerali, vegetali ed animali, come anche quello che si può creare un pesce di profondità, sotterrandosi nella sabbia, oppure mettendosi fra le rocce.

Solo i pesci pelagici non trovano un luogo per nascondersi, ma in questo caso è la maggiore attività che permette loro di passare da un punto ad un altro per sfuggire alle influenze dell'ambiente esterno ed abbiamo in questo caso la migrazione, fenomeno questo comune anche ad altri animali, che fanno un

nido. In questi ultimi c'è una emigrazione appunto, perchè il nido non li protegge convenientemente e perciò fuggono alle variazioni esterne, in cerca di un ambiente molto più omogeneo.

Per soffermarci quindi solamente, a quanto interessa a noi da vicino in questo lavoro, ossia alla attività, al riposo e al sonno, si può dire che nel „nido“ gli animali possono esplicare nel miglior modo possibile quei periodi della loro esistenza, che passano in uno stato di riposo o di sonno.

In linea generale si può ritenere, che tutti gli animali, che fanno un nido, cadono in periodi determinati in uno stato o di riposo o di sonno vero e proprio.

Molti di questi animali si costruiscono il nido per trascorrervi poi il periodo lungo di letargo (invernale od estivo).

È difatti nel nido che l'animale trova le condizioni più adatte alla sua esistenza. Ivi trova la difesa dagli agenti cosmici e dagli altri animali, lì si possono compiere nel miglior modo possibile tutte le varie funzioni dell'animale (alimentazione, approvvigionamento, riposo, riproduzione, protezione della prole).

In questo „nido“ gli animali possono compiere non solamente bene le loro funzioni, ma anche difendersi dalle variazioni che avvengono nell'ambiente esterno. Nel „nido“ possono trovare rifugio quando, non potendosi sottrarre alla variazione dell'ambiente esterno, avendo la costituzione anatomica adatta, cadono in uno stato di vita latente, in letargo.

È difatti la galleria sotterranea che, ad esempio, protegge il *Lombrius* dal freddo e dal disseccamento. Difatti passa l'inverno raggomitolato ad anello, a due o tre metri sotto il suolo ed esce solo in primavera.

Molto spesso il periodo di riposo o di sonno viene trascorso da vari animali non in un nido vero e proprio, in un luogo nascosto, ma liberamente o sulla terra o sopra un albero, in questo caso però l'animale per mezzo del fattore „mimetismo“ si adatta perfettamente all'ambiente esterno (ciò specialmente negli insetti e negli uccelli).

Perfino alcuni pesci, come è stato determinato da ricerche recenti molto attendibili, si costruiscono un vero e proprio nido. A partire da alcuni (salmone) che ricoprono colla sabbia le loro uova, dopo che sono state fecondate dai prodotti maschili, sino ad alcuni pesci che si costruiscono un vero nido, si possono avere in questi animali tutte le possibili gradazioni.

Di solito gli animali (ciò fanno specialmente gli uccelli ed i mammiferi) non abbandonano quasi mai il nido (solo per breve tempo per la ricerca di nutrimento, specialmente il maschio).

Rimangono lì immobili, sia nel caso debbano covare le uova, o abbiano la prole per difenderla, sia dagli agenti cosmici (temperatura, umidità ecc.), come anche da tutti gli animali predatori.

Tutti gli uccelli poi (meno alcuni, come lo struzzo, che depone le uova sotto la sabbia del deserto e le abbandona poi a loro

stesse, o il cuculo ched epone le sue uova in un nido di altri animali) si costruiscono un „nido“. La costruzione è eseguita sia dal maschio come anche dalla femmina. E qui mi sia permesso di intrattenermi sopra il grande valore biologico del „nido“, anche dal punto di vista che ci riguarda in questo lavoro.

Si noti bene la grande importanza biologica del „nido“ sia per gli animali marini come per i terrestri: in questo elemento gli animali trovano in media la temperatura di 15°, che è la temperatura della terra.

A questa temperatura poi io ho trovato l'optimum di eccitabilità per gli animali marini. — . — . —

Per bene comprendere la filogenesi di una funzione, occorre cominciare a rivolgere la nostra attenzione agli animali inferiori. Per accingersi ad un simile lavoro, inutilmente si ricercano nella letteratura biologica delle osservazioni molto nette ed esatte sulla attività e il riposo degli animali e sul sonno di questi. In genere i pochi lavori, che sono stati composti sopra questo argomento, non sono basati sopra una base nettamente critica e sperimentale, spesso si tratta di articoli fondati su fatti non bene accertati e dove poco o nulla si trova, per quanto può interessare noi in un simile lavoro.

Cornish (1897) ci dà in proposito delle notizie molto monche specialmente negli animali inferiori, Mac Cook per quanto riguarda le formiche, Beer (1895) i pesci e Simpson (1854) i molluschi. Qualche notizia per le varie classi di animali (specialmente superiori) si trova anche in Brehm. Sembra dunque, che la maniera di comportarsi dei vari animali nei loro vari periodi di attività e di riposo non abbia soverchiamente interessato e richiamato l'attenzione dei vari osservatori; è successo lo stesso che per l'uomo, come sopra ho notato. Appunto perciò io ritengo, che la questione della filogenesi e del significato biologico del sonno non abbia trovato mai una soluzione soddisfacente.

Difatti, inutilmente si troverebbe un accenno nella letteratura biologica sopra i fenomeni di attività e di riposo, di „sonno“ dei microbi. I libri di batteriologia ed i cultori di questa branca biologica sono in proposito assolutamente muti: sembra che i batteriologi non abbiano rivolto in modo alcuno la loro attenzione sopra questi fatti di capitale importanza e che forse avrebbero potuto condurli a delle scoperte molto interessanti ed anche a risultati pratici importanti.

Quei periodi di maggiore o minore virulenza non potrebbero coincidere con altrettanti di attività e di riposo? Io non faccio che accennare qui ad uno dei tanti problemi, che potrebbero essere risolti da questo lato, allorchè contemporaneamente si faccia variare opportunatamente l'ambiente nel quale vivono (terreno di cultura, temperatura, umidità, secchezza, ecc.).

Ripeto che non è qui il compito mio di occuparmi a fondo di questa questione e di stabilire dei nuovi campi di studio, mi

basta solamente avere richiamato l'attenzione degli osservatori sopra un argomento biologico che da parte mia ritengo della massima importanza, ma che è completamente negletto.

Hodge e Aikins (1895) seguirono per lo spazio di 21 ore l'attività di un infusorio, una Vorticella, (*Vorticella gracilis*) e videro che si muoveva senza interruzione. Osservazioni ripetute a vari intervalli di tempo li portarono ad ammettere che questi animali non presentano periodo di riposo, nè „sonno“ e che le loro ciglia non hanno cessato il loro movimento perpetuo.

Ma questi autori sono caduti in un gravissimo errore, ammettendo ciò, perchè, come ho sopra accennato, anche le ciglia vibratili hanno un periodo di riposo, ed è appunto quando rimangono perfettamente erette: sia pure questo per un tempuscolo, è sempre però un riposo vero e proprio, come sopra ho detto.

E del resto, volendo ammettere quanto dicono questi due autori, si verrebbe ad ammettere un assurdo, quanto cioè in natura non esiste, ossia il „moto perpetuo“. Escluso dunque ciò, bisogna sino da ora ritenere che il „sonno“, come tutti i fenomeni naturali, sia di ordine periodico: a periodi di attività più o meno intensa seguono periodi di riposo completo, oppure di attività minore.

Partendo da un criterio assolutamente antropomorfico alcuni autori giunsero a dire, che il sonno non è un postulato della vita.

Ciò non può essere assolutamente ammesso. Io sostengo che, se il sonno non è un postulato della vita, il riposo (preso in senso lato, ossia che va da una attività minore sino al sonno in *sensu strictiori*) è un postulato della vita. In genere però bisogna convenire, che anche oggi poco o nulla sappiamo dell'alternarsi della attività e del riposo negli animali.

Studiando per un lungo periodo di tempo l'attività e il riposo negli animali marini sono potuto giungere a dei risultati abbastanza interessanti (Polimanti 1911) e che riassumo qui molto brevemente, perchè serviranno appunto a risolvere il quesito che qui ci interessa.

Ho visto dunque che Celenterati, Vermi, Echinodermi, Artropodi, Molluschi e Vertebrati marini hanno come caratteristica una grande attività, seguita sempre da brevi periodi di riposo, o di una attività molto più lieve. Ho messo inoltre in rilievo che, allorquando (specialmente fra i vertebrati) si trovano in uno stato di immobilità, non rimangono lì per riposarsi, bensì per difendersi ed attaccare anche contemporaneamente, sono sempre all'erta e pronti a gettarsi sulla preda e a difendersi il più prontamente possibile dai loro nemici. Questa dunque è una immobilità, che invece di essere considerata come un periodo di riposo propriamente detto, ha il valore di una vera e grande attività. In generale, per quanto riguarda questi animali marini, noi possiamo parlare sempre di attività maggiore o minore, ma giammai di un riposo intero e completo. In questi animali, nei quali esiste la

proprietà di muoversi continuamente, una attività minore rappresenta già un riposo. Dunque è nel mare che noi troviamo la vita vissuta nel senso più alto e più completo della parola, è l'attività che caratterizza la fauna del mare, dal più umile degli invertebrati al più evoluto dei vertebrati. Può essere che questa continua attività porti con sé la causa della brevità della vita negli invertebrati e nella maggior parte dei vertebrati marini.

Una vita breve comprende quindi una attività estrema, spinta al più alto grado che noi possiamo immaginare.

Si pensi che persino i mammiferi marini stanno, più o meno, sempre in continuo movimento. Ho interpellato in proposito vari pescatori del golfo di Napoli, i quali mi hanno assicurato di non avere mai visto „fermo“ un delfino (*Delphinus* sp. div.), ma bensì sempre natante continuamente a gruppi più o meno numerosi. Anche il nuoto di questi animali ha nettamente periodi di maggiore o minore attività: l'attività diventa massima, quando vengono inseguiti, o rimane qualcuno preso o leso dalla fiocina. Lo stesso si può dire anche dei Pinnipedi, ad esempio della Foca, eppure questi sono animali più in alto situati dei cetacei. Quindi, dalle osservazioni da me fatte nelle varie specie degli animali marini, risulta chiaramente che la temperatura e la luce sono i più grandi e i principali regolatori del movimento e del riposo in questi. Questo fattore „temperatura“ secondo me, non subendo dei bruschi cambiamenti (nelle varie stagioni si innalza o si abbassa entro i limiti sopra detti a grado a grado), è la causa principale della continua attività negli animali marini. Rispetto ad un animale terrestre, un animale marino, visti i bisogni della sua vita vegetativa, ha una minore disperzione delle sue energie e può quindi dispensare una più grande forza motrice. Una prova indiretta poi, della continua attività dei pesci pelagici, io la ho nei gabbiani dell'oceano, i quali passano la maggior parte della loro esistenza continuamente volando alla superficie di questo e solo ad epoche determinate (specialmente nel periodo della riproduzione) vanno a terra.

Sono questi animali dei grandi divoratori di pesci, e, se non ne trovassero continuamente alla superficie per nutrirsi, e così sopportare la fatica del continuo volo, dovrebbero prendere terra molto spesso.

Dico qui per incidente che anche i fenomeni dell'affaticamento, della „fatica“ nei vari animali, e che si compenetrano appunto con quelli di attività e riposo, dei quali ci occupiamo, ci restano pressochè ignorati e sono stati studiati dai fisiologi, esclusivamente o quasi, dal punto di vista antropomorfico. Mi auguro che non vi sia alcuno il quale voglia credere, che abbiamo penetrato il fenomeno della „fatica“, sia eccitando colla corrente feradica un muscolo di un animale superiore, sia analizzando i prodotti di escrezione e di secrezione degli animali affaticati, oppure consultando quei pochi studi fatti in proposito sull'uomo

(specialmente dal Mosso e dalla sua scuola), perchè gli si potrebbe dire, che ciò dal lato biologico è nulla o quasi.

Questi tali risultati, queste leggi non ci spiegano, come avvenga il ristoro repentino e completo in animali, che stanno si può dire in movimento più o meno forte in tutta la loro vita. E non si tratta solo di animali inferiori, ma anche di superiori, come pesci, teleostei ed uccelli.

Con queste leggi ad esempio io non mi so spiegare affatto „il viaggio di nozze del salmone“ (all'epoca della riproduzione risalgono dal mare nei fiumi nuotando sempre e non prendendo mai nutrimento), il perchè un uccello acquatico (p. s. un Phoenicopterus) sia capace di rimanere delle ore intere in stato di riposo solamente sopra una gamba. Gli esempi si potrebbero moltiplicare e non sto qui a portarne altri, perchè la deficienza delle nostre cognizioni nel campo della fatica è assolutamente manifesta.

Senza dubbio però possiamo concludere che la scintilla della vita, che è venuta appunto dal mare, rimane in questo elemento sempre continuamente accesa, subendo solamente in via affatto transitoria dei brevi abbassamenti nella sua forza luminosa (attività rallentata).

Come ho sopra accennato, anche il fattore „luce“ ha la sua grande influenza nei periodi di attività e riposo degli animali marini.

Così molti anellidi (Loeb e Bohn) tubicoli presentano un netto fototropismo, i cefalopodi, i pesci cartalaginei e quelli ossei sono maggiormente attivi nelle ore notturne.

In questi ultimi tempi poi (Brunelli, Hempelmann) per l'attività e riposo degli anellidi è stato affacciato anche il fattore „Ritmo delle maree“, coi quali coinciderebbero perfettamente.

Altri fatti interessanti però ci presentano gli animali marini e che appunto stanno a dimostrare, come il ritmo della attività e riposo possa continuamente variare, sia per il variare di fattori interni, propri dell'animale, oppure dei fattori dell'ambiente esterno, nel quale vive [naturalmente io qui mi intrattengo solamente sui fatti visti da me e controllati nell' Aquarium di Napoli e secondo quanto si può vedere in Lo Bianco (1909)].

Il „fattore temperatura“ in molti pesci ha una influenza molto spiccata. Tutti questi pesci durante il periodo invernale spariscono più o meno dal mare e, stando nell' Aquarium, muoiono quando la temperatura si abbassa al disotto di 14°—8° C.: *Apogon rex mullorum* Cuv., *Balistes Capriscus* L., *Cerna gigas* Bp., *Dactylopterus volitans* L., *Iulis turcica* Risso., *Lichia glauca* L., *Orcinus Thynnus* Ltkn., *Torpedo* sp. div., *Trygon violacea* Bp.,

Nel mare molto probabilmente questi pesci scendono al fondo, dove trovano una temperatura omogenea (sui 13° sino a 400 m) e là sicuramente rimangono tutto l'inverno, perchè, durante questo frattempo, solo qualche raro esemplare viene ad essere pescato.

In Torpedo avviene sicuramente, che rimanga sotterrata nella sabbia per tutta la durata del periodo, nel quale la temperatura è abbastanza bassa, perchè io ciò ho potuto vedere in esemplari tenuti nelle vasche dell' Aquarium.

Questi pesci entravano nella sabbia nell' Ottobre e uscivano verso il Marzo, così rimanevano nascosti per tutto il tempo che la temperatura dell' acqua oscilla in media fra  $11^{\circ}$ — $8^{\circ}$  C.

In alcuni pesci poi (i Coris) è molto spiccata l' influenza che esercita sia il fattore temperatura, come anche il fattore luce, quando il primo rimane costante e favorevole alla esplicazione delle loro funzioni vitali. Ebbene, non appena la temperatura della vasca nella quale si trovano, segna i  $14^{\circ}$  circa, si immettono nella sabbia e non fuoriescono, se non quando è avvenuto un leggero aumento della temperatura, in tal modo possono molto bene resistere alle basse temperature (sino a  $8^{\circ}$  C.), che si verificano spesso nell' inverno nelle vasche dell' Aquarium.

Fuori dubbio è quindi che il sotterramento, negli animali marini, è un mezzo di difesa e tutti quei pesci che non possono fare ciò e contemporaneamente non resistono alle temperature basse, (ho dato sopra gli esempi di alcuni) sono destinati a perire.

Tutti questi pesci, che rimangono sotterrati per tutto il periodo del freddo, non fuoriescono mai e rimangono assolutamente privi di nutrimento e, se appena elevata la temperatura del mezzo ambiente, fuoriuscendo dalla sabbia in stato di estrema magrezza, non trovano il nutrimento necessario, muoiono entro breve tempo.

Come però parlerò poi su ciò, non si deve credere che esista uno stato di letargo nei pesci.

Inoltre, questi stessi Coris, rispetto al fattore „luce“, si comportano come gli uccelli diurni: ossia entrano nella sabbia sull' imbrunire e fuoriescono, appena incomincia a diventare giorno: basta talvolta una nuvola, che passa sopra l' Aquarium, dove sono contenuti, perchè rientrino subito dentro la sabbia e là stiano fermi, sino a che le condizioni di luminosità dell' ambiente esterno non siano ritornate normali.

L' influenza funesta dalla temperatura è intesa molto fortemente da un rettile marino: la *Thalassochelys caretta* Fitz., che non si vede mai nel mare durante i mesi invernali e nell' Aquarium va al fondo e là muore, quando la temperatura si aggira sui  $10^{\circ}$ — $8^{\circ}$  C.

Molto spesso, come ad esempio in *Torpedo marmorata* (Lo Bianco 1909 p. 685), per il freddo intenso non può avvenire nemmeno la fecondazione: l' ovario entra in degenerazione, i sacchi uterini sono ripieni solo di liquido, oppure ripieni di masse vitelline in disfacimento.

Concludendo dunque, negli animali marini abbiamo periodi di maggiore o minore attività; si ha qualche esempio di sedentarietà, che però è vigile e non è un riposo, sorge un fattore molto importante che è il „nido“, non c' è il „sonno“.

Il nido è molto diffuso fra gli animali marini specialmente fra i pesci (Lichtenfelt 1906 p. 90—91 Nestbau und Brutpflege).

C'è dunque un nido anche nel mare, però, tutti gli animali che vivono in questo elemento (dai meno evoluti ai più evoluti), non sono ancora talmente sviluppati da ricevere, da rimanere risvegliati da uno stimolo qualunque, che possa partire da questo nido, perchè possa sorgere il sonno. Il nido in tutti gli animali marini risveglia solo una sensazione per la difesa e forse per l'approvvigionamento.

Vediamo ora di esaminare, come si comportano questi fenomeni negli animali terrestri.

Naturalmente, nella terra, non si ha quell'ambiente relativamente omogeneo che si ha nel mare, le variazioni sono molto più forti e quindi anche più bruschi e più vari saranno i periodi di attività e riposo degli animali.

Un esempio classico, che spiega il fattore umidità sull'attività e riposo di un animale, l'abbiamo nel *Lombricus*. Gli scambi gassosi si avverano in questo animale solo in presenza di un certo grado di umidità. Perciò la sua pelle è sempre ricoperta di abbondante muco, il quale fa da vero e proprio regolatore dell'umidità e così possono avvenire gli scambi respiratori.

Di giorno il *Lombricus* è nascosto sotto terra, dove costruisce delle gallerie (nido) e non si mostra mai al sole, appunto per impedire la rapida evaporazione dell'acqua dal suo corpo e quindi la morte. Esce da questi fori solamente fra il cadere e il levare del sole e di giorno, anche dopo una pioggia (in questo caso la umidità esterna protegge l'umidità propria dell'animale e la mantiene invariata).

La rana anche evita il disseccamento e rimane sempre in un ambiente umido (in questo caso può esporsi più o meno al sole). In genere nella giornata stanno completamente immobili, quando non si trovino in condizioni favorevoli di umidità e la loro attività non comincia che dopo la caduta del sole per prolungarsi sino al mattino. Dunque è il fattore „umidità“ in questo caso che determina il ciclo di attività e di riposo.

La *Luce* anche ha una grande influenza sopra il fenomeno che ci interessa nelle classi più svariate degli animali terrestri. Mi fermerò ai chiroterteri e agli uccelli dove, almeno sopra alcuni di questi, la luce determina indubbiamente il loro ritmo di attività e riposo giornaliero. Io ritengo che questo è determinato da una fissa e determinata intensità luminosa. Difatti i pipistrelli e gli uccelli notturni entrano in attività contemporaneamente, appena sull'imbrunire, e gli uccelli diurni appena comincia l'alba.

Spiccata è l'influenza della luce sugli uccelli. Su questa sono fondati alcuni metodi di caccia sia diurna che notturna.

Appena si abbia oscuramento di cielo, per addensamento di nubi, ovvero un'eclisse di sole, l'attività (specialmente canora

e motoria) di questi animali viene ad essere, o molto limitata, o quasi nulla.

Basta pensare alla perdita di questo ritmo che va quasi completamente a spegnersi, appena vengano ad essere accecati questi animali.

Difatti uccelli in tale stato cantano quasi continuamente e si mantengono quasi sempre in una attività mai interrotta. E del resto tutti gli uccelli diurni, appena va cadendo il giorno, si ritirano nei loro nidi, dove cessano in modo quasi completo ogni attività motoria e canora.

Gli uccelli notturni, al contrario, di giorno stanno continuamente nascosti cogli occhi chiusi, in uno stato di vero e proprio sonno (sia le civette, ma specialmente i barbagianni, si prendono con grande facilità di giorno, perchè si trovano in una specie di torpore). Appena poi incomincia a mancare la luce, allora entrano in completa attività motoria e canora.

Bisogna qui infine tenere conto anche della influenza che spiega negli animali terrestri il fattore „temperatura“.

È cosa ormai ben nota che le temperature alte specialmente influiscono determinando uno stato di riposo e di sonnolenza più facilmente del freddo. I serpenti escono ad esempio dai loro nidi per riscaldarsi al sole e contemporaneamente cadono in una immobilità veramente passiva. In questi casi l'alta temperatura ha una azione nettamente, „paralizzante“, „narcotica“ su questi animali, se così può essere designato questo modo tutto speciale di agire.

Vi sono invece animali, come le lucertole, le quali sono vivacissime e in continuo movimento col grande sole (quindi a temperatura molto elevata) e rimangono assolutamente immobili, chiuse nelle loro tane nelle ore notturne ed escono solamente, quando la temperatura esterna è di già molto elevata.

Infine è la temperatura, quella che stabilisce la emigrazione degli animali (uccelli).

Per fermarci poi solamente all'uomo, dalla pratica vita ordinaria sappiamo, come nei nostri paesi temperati si senta maggiore bisogno di riposo nella stagione calda che nella stagione fredda. Questa influenza narcotizzante del caldo nell'uomo, nei nostri climi temperati, si esplica specialmente negli individui obesi.

Volgendo uno sguardo anche molto superficiale alle manifestazioni di attività e riposo, presentate dagli animali terrestri, troviamo in questi quel fattore biologico importante, al quale accennavo all'inizio di questo mio lavoro e che si trova anche, come ho già detto, negli animali marini, il „nido“.

Alcuni animali, invece di fabbricarsi un nido, si adattano ad „una vita sotterranea“ (lombrico, talpa, ecc.).

Questa al pari del nido protegge l'animale non solamente dalle variazioni dell'ambiente esterno [temperatura (calda, fredda) umidità, secchezza, luce ecc.] ma anche dagli altri animali che

potrebbero aggredirlo e concede a questo quell'ambiente monotono, omogeneo e tranquillo che è così favorevole al riposo ed al sonno.

Prendendo la cosa in senso strictiori si potrebbe andare a sostenere, che dove c'è un „nido“, ivi c'è sonno e riposo, ma ciò assolutamente non è.

Ho accennato già anteriormente, che duplice è la funzione del nido.

L'una serve appunto alla protezione dell'animale dagli agenti del mondo esterno (temperatura, umidità ecc.) come anche di altri animali che ne farebbero preda, alla nutrizione (approvvigionamento), alla riproduzione e protezione della prole e alla vita in società. Tutti indistintamente gli animali, dai meno evoluti ai più evoluti, si giovano di questa protezione, che offre loro il rifugio.

Però il nido suscita contemporaneamente altre sensazioni negli animali: è sempre più o meno oscuro, silenzioso, monotono.

Per avere però tale sensazione gli animali debbono avere già un grado molto avanzato di evoluzione: specialmente gli organi di senso ed il sistema nervoso, che deve ricevere queste eccitazioni e percepirle, debbono trovarsi già in un alto gradino nella scala della evoluzione.

Io debbo qui richiamare per giungere alla soluzione di questo fatto, quanto ho detto già (Polimanti 1911—1912) a proposito della evoluzione della funzione cerebrale nelle varie classi di animali.

Nei pesci il telencefalo ha una influenza molto limitata: anche dopo la sua ablazione, l'animale presenta sempre la coordinazione e la regolazione della locomozione. Nei selaci sono le recezioni chimiche (gusto-olfatto) le più importanti dal lato della vita di relazione, così, dopo l'ablazione del telencefalo, questi animali si trovano in uno stato di pseudoparalisi appunto per difetto delle eccitazioni di ordine chimico (gusto-olfatto).

Gli stessi fatti si hanno nei telostei dopo l'ablazione del mesencefalo e in questa maniera noi sopprimiamo le eccitazioni di origine ottica e di qui una pseudoparalisi per difetto delle eccitazioni visive.

L'ablazione totale del diencefalo, del mesencefalo e del metencefalo produce dei disturbi più o meno gravi nella locomozione.

Negli anfibi il telencefalo non esercita alcuna influenza sulla coordinazione dei movimenti. I riflessi (specialmente quello della ricerca degli alimenti) sono integri anche senza il telencefalo.

L'ablazione del diencefalo e del mesencefalo distruggono le azioni di ordine riflesso: la coordinazione resta integra.

Nei rettili, dopo l'ablazione del telencefalo, si ha una demenza parziale (non riconoscono gli alimenti, non hanno paura di una minaccia). Questa condizione nuova indica l'apparizione di facoltà assolutamente nuove nella serie animale. Il telencefalo diventa il luogo, dove si conservano le impressioni della vita individuale. Però questa localizzazione delle funzioni psichiche si fa più nei gangli basilari che nella corteccia, poco evoluta.

Malgrado però l'importanza acquistata dal telencefalo, i centri riflessi superiori del diencefalo e del mesencefalo restano i direttori veri dei movimenti generali.

Così l'animale senza telencefalo si muove, evita ogni ostacolo ecc. Anzi, secondo Steiner, l'ablazione del tetto del cervello medio (Tectum opticum) porta alla stessa cecità psichica, che si ha asportando completamente il telencefalo.

Dunque i primi albori di una evoluzione un po' superiore, si cominciano a trovare nei rettili e vediamo un po', se qui si ritrova traccia di sonno.

Sembra che in questi la monotonia dell'ambiente non risvegli ancora alcuna sensazione che li porti al riposo, al sonno: il telencefalo non è ancora tanto evoluto da avere delle sensazioni così elevate.

Difatti basta pensare al fatto che i serpenti e le lucertole, i coccodrilli vanno ad immobilizzarsi, sempre dove sono più cocenti i raggi solari, anche per lunghe ore e mai in un luogo recondito, che sia più o meno nascosto.

Ho osservato per lunghi periodi di tempo esemplari di *Testudo graeca* e di *Lacerta viridis* tenute in cattività: ebbene questa era, o in movimento, oppure ferma con i suoi occhi aperti e la *Testudo* mai ritirava la testa (lo fa solo in letargo, ma il letargo non è il sonno, come vedremo).

Dunque nei Rettili non c'è sonno, però in quel restare al sole della *Lacerta* e dei serpenti, in quello stato di inerzia, di sedentarietà passiva sotto l'azione dei raggi solari, io ci vedo già un accenno a quella funzione, che sarà poi il sonno. Quella dei rettili è la prima classe di animali che ci presenta appunto questo stato di sedentarietà tutta speciale.

Il loro cervello già incomincia a dare degli accenni, che ci mostrano in modo non dubbio avere già un substrato, se non completamente adatto, certo con un accenno a ciò che sarà poi il sonno in altre classi di animali più evolute dei rettili.

Però l'evoluzione del telencefalo cominciata nei rettili prosegue ed aumenta negli uccelli e la funzione del telencefalo si ingrandisce di molto. La demenza consecutiva alla sua ablazione sta appunto a dimostrare che la vita psichica va svolgendosi sempre più in questa classe di animali. Inoltre nel telencefalo degli uccelli appaiono dei centri motori speciali che permettono la realizzazione di movimenti aventi uno scopo determinato e delle immagini per l'animale.

I centri recettori anche si sviluppano dal canto divenendo la base di reazioni complesse costituenti una individualità psichica, capace di apprendere ed utilizzare la esperienza individuale. Però questa comparsa di funzioni assolutamente nuove nel telencefalo non si fa a spese delle funzioni dei centri inferiori.

Ebbene, rivolgendo ora uno sguardo a questa classe di animali, vediamo che è negli uccelli che comincia la

funzione del sonno. Bisogna ammettere però che tutti gli uccelli hanno un riposo molto limitato. Quantunque abbiano un ricambio molto intenso, pure hanno bisogno di poche ore di sonno a tipo diurno o notturno, secondo le vari classi di animali. Anche questa limitazione del fenomeno diurno a tipo molto breve è un'altra prova molto manifesta che in questa classe ha incominciato indubbiamente quella funzione primitiva, che è appunto il sonno. Questa nelle altre classi si andrà man mano evolvendo ed il tempo anche nel quale l'animale rimarrà in sonno diventerà sempre più lungo.

È inutile che stia a portare esempi, perchè è noto ciò a tutti. Dunque è negli uccelli, che il nido ha risvegliato per la prima volta nel loro telencefalo la sensazione di monotonia, la quale unita all'immobilità, al silenzio, alla oscurità, ha portato indubbiamente al sonno.

Vanno sfatate completamente quelle notizie erranee che vengono a sostenere non esservi in alcuni uccelli il sonno, almeno se non in epoche determinate. Si portano come esempio i gabbiani dell'oceano, che stanno continuamente in moto. Ma chiunque ha fatto viaggi in mare sa che questi uccelli si cominciano ad incontrare solamente, quando la terra ferma è vicina. Avviene quindi che si provvedono di alimento e stanno in continuo moto (anche per molte ore), poi a un determinato istante, quando il fattore alimentazione è soddisfatto, vanno alla terra ferma nel loro nido.

A queste mie idee si potrebbero opporre gli esperimenti classici fatti da Schrader (1889) sui colombi, nei quali faceva l'ablazione completa del telencefalo.

Ebbene questi animali così operati, che durante il giorno girano nella stanga, dormono poi nella notte.

Io però soggiungo che la perdita degli emisferi cerebrali nei colombi, porta con sè la perdita della memoria associativa, ossia tutto ciò che è stato acquistato per mezzo dell'attività durante la vita dell'individuo è perduto per sempre.

Rimangono invece le reazioni ereditarie ed il sonno appunto appartiene senza dubbio alla classe di queste reazioni.

Iniziata questa funzione negli uccelli, nel corso della evoluzione ha trovato il cervello dei mammiferi ancora più evoluto ed ha in questi seguitato, fatta eccezione per i mammiferi marini dei quali già ho tenuto parola, per la quale eccezione ho invocato il fattore „bassa temperatura“.

Se noi guardiamo, come però viene esplicito il sonno nei vari uccelli, noi vi notiamo una grande differenza nei vari ordini che compongono questa classe.

Il tipo del sonno in questi animali, come ben si sa, è per la minor parte a tipo diurno (animali rapaci, spec. Strigidae che sono in moto nella notte) ma per la maggior parte è a tipo notturno.

Tutti indistintamente gli animali di ogni classe, hanno un sonno molto breve e leggerissimo.

Ho dimandato questo a vari custodi del giardino zoologico di Roma e tutti mi hanno pienamente confermato ciò.

È questa una conferma di quello che aveva visto Desanctis (1899 p. 53—54), solo però per alcuni ordini di uccelli.

Se poi rivolgiamo uno sguardo alla maniera, come i vari uccelli esplicano la funzione del sonno, noi troviamo delle grandi differenze a seconda dei vari ordini; riporto solamente alcuni esempi. I Grallidae si riposano tenendo il collo e la testa completamente sotto un'ala e poggiandosi solamente sopra una zampa e dormono, la maggior parte, più di giorno che di notte (siccome moltissimi sono acquatici, dipende ciò dal fattore nutrimento, perchè il pesce viene alla superficie, specialmente nei laghi di acqua dolce, e lì rimane soprattutto durante la notte). Invece i rapaci diurni, i gallinacci, le colombe, i pappagalli, i picarii, i passeracei, tutti uccelli che vivono o in un nido vero e proprio, oppure sopra un ramo (anche in questo caso però ci sono tutti i fattori del nido) si aggomitolano quasi tutti a formare una sfera (rilasciamento dei muscoli delle penne) e giacciono sui due piedi. Alcuni nascondono il becco sotto le ali, mentre altri invece ritirano solamente la testa: tutti però si è concordi nel sostenere che hanno un sonno breve e molto superficiale, molto più poi quelli che vivono all'aperto e non in un vero e proprio nido e ciò dipende appunto, da che debbono stare sempre pronti contro una aggressione. Il sonno degli uccelli può considerarsi in fondo un sonno vigile. Però sino da questa classe, cioè degli uccelli, si vede manifestamente, come tutti quelli, che vivono allo stato domestico, abbiano un sonno molto più lungo degli altri che vivono invece allo stato libero. Ma ciò è molto chiaro e manifesto, perchè lo stato di domesticità (di ciò parleremo meglio poi) fa sì che oltre la difesa completa anche le altre funzioni (alimentazione, riproduzione e protezione della prole) siano completamente salvaguardate.

L'animale nulla ha da temere, non deve andare alla ricerca del nutrimento, la deposizione delle uova, la prole, ecc. tutto è completamente protetto, perciò dorme molto più lungamente di un altro della stessa specie che deve vivere allo stato libero ed è obbligato completamente da sè a salvaguardare tutte queste funzioni fondamentali per la sua esistenza.

Questa influenza dell'addomesticamento risulta molto manifesta anche nei mammiferi, come poi accenneremo.

Darò una rapida rassegna sulla maniera di esplicarsi del sonno nei mammiferi sia in base ad una esperienza personale, come anche da quanto ho potuto apprendere direttamente dai custodi del giardino zoologico di Roma e di altre città, come anche da quel pochissimo che è notato in proposito dal Desanctis (1899 specialmente pag. 50—53—55—60—64—66—68).

Ho parlato già antecedentemente dei periodi di attività e riposo nei mammiferi acquatici (Sirenni e Pinnipedi) e più propriamente su quelli che io ho avuto agio di esaminare direttamente (Delphinus, Phoca) ed ho detto, come tutti siano in grande attività. Questa è continua in Delphinus, dove si alternano periodi di maggiore e minore attività, mentre la Phoca si allontana qualche volta dall'acqua, dove è sempre in continuo moto (si alternano anche qui periodi di maggiore o minore velocità) per andare a terra, dove rimane in uno stato di sedentarietà vigile e mai in un vero stato di sonno.

Nel passare in rassegna il sonno che presentano i vari mammiferi terrestri procederò per ordine, trattando dai meno evoluti a quelli più evoluti.

I Monotremi (Ornithorhynchus, Echidna) ed i marsupiali (Macropus, Giganteus) presentano brevissimi periodi di sonno, sia nelle ore diurne che nelle ore notturne.

Fra gli sdentati ho avuto occasione di osservare Bradypus e Dasypus: anche questi mammiferi, come i primi dei quali abbiamo tenuto parola, presentano tutti costantemente dei brevissimi periodi di sonno a tipo diurno e notturno. Noto qui che il Dasypus, quando va in sonno, si raggomitola completamente a forma di palla, in modo che rimane difeso completamente dallo scudo cutaneo.

Vediamo ora, come si comportano gli Artiodattili riguardo al sonno.

I Suidae hanno un sonno specialmente a tipo notturno, ma dormono però anche di giorno: noto qui di passaggio che le specie domestiche hanno periodi di sonno molto più lunghi di quelli che vivono abitualmente allo stato selvaggio (Cinghiale), i quali ultimi hanno un sonno a tipo intermittente, di carattere però specialmente notturno.

L'ippopotamo trascorre la sua vita nell'acqua, anche allo stato di schiavitù (allo stato libero vive costantemente nei corsi di fiumi africani e non sta quasi mai in riposo). Sta costantemente sotto l'acqua, ma sia di giorno che di notte fuoriesce col muso per poter respirare. Si noti anche in questo caso la grande influenza che spiega nella brevità del sonno di questo animale quell'ambiente acquatico omogeneo, nel quale si viene costantemente a trovare.

Ciò è una conferma, di quanto io dicevo a proposito dell'influenza dell'elemento acqua non solamente nei pesci, ma anche nei mammiferi marini, i cetacei ed i sirenni.

Tutti i Ruminantia hanno un sonno leggerissimo, come del resto lo hanno tutti gli altri mammiferi di questo stesso tipo. Il Camello, il Dromedario, la Giraffa dormono sempre la notte e solo per breve tempo, spesso anche di meno di quel tempo compreso fra il calare e il sorgere del sole. Il Cervus elephas, il Cervus capreolus, il Dama vulgaris, Alces palmatus, Rangifer tarandus hanno

sonno notturno però di breve durata e solo molto raramente dormono durante il giorno.

Ho istituito anche delle osservazioni molto lunghe sui Cavicornia, fra molti dei quali vi sono di quelli che vivono allo stato domestico: ebbene in questi il sonno (sempre a tipo notturno) è di più lunga durata che non in quelli che vivono allo stato selvaggio, anche se questi si trovino momentaneamente allo stato di schiavitù. Gli Antilopidae (*Antilope dorcas*, *Hippotragus oryx*, *Rupicapra rupicapra*) hanno dei brevissimi sonni notturni.

Mentre fra gli Ovidae, quelle specie che vivono da un infinito numero di anni allo stato domestico, come *Ovis aries*, *Capra hircus*, hanno ugualmente un sonno a tipo notturno (per breve tempo, talvolta anche di giorno) però di molta più lunga durata di quelle specie, che stanno allo stato selvaggio, come *Ovis musimon* e *Capra ibex*.

Lo stesso si dica per i Bovidae (sonno a tipo notturno) il *Bison americanus* (sta allo stato completamente selvaggio) e il *Bubalus buffalus* (sta allo stato semi-selvaggio) dormono molto di meno di *Bos taurus*, che ormai è allo stato completamente domestico. Per il *Bubalus buffalus* faccio inoltre notare che un coefficiente della brevità del sonno dipende forse (almeno per quanto ho potuto vedere nella campagna romana) dal rimanere una buona parte dell'intera giornata nell'acqua, nel pantano.

Tutti i Perissodattili dormono anche poco, quasi esclusivamente nelle ore notturne: *Rhinoceros* e *Tapirus* poi, forme selvagge, hanno un sonno molto più breve di *Equus caballus*, che è allo stato completamente domestico.

Fra i Proboscidei, sia *Elephas indicus* come *Elephas africanus* dormono per brevissimo tempo nelle ore notturne: nel giorno si trovano sempre in continua attività.

Il sonno di tutti i roscianti è a tipo notturno, molto breve e molto leggero. Anche fra questi la durata è molto minore in animali domestici (*Lepus cuniculus*) che in animali selvaggi (*Lepus timidus*). Fra i Sublungata, *Cavia cobaja* ha sonno brevissimo notturno e a tipo intermittente, mentre fra gli Hystricidae, *Hystrix cristata*, animale nettamente notturno, dorme durante il giorno (allo stato di cattività però è capace di invertire il ritmo del suo sonno da diurno in notturno).

I Muridae (*Mus musculus*, *M. decumanus*, *Arvicola arvalis*) i Myoxidae (*Myoxus glis*) gli Scyuridae (*Scyurus vulgaris*, *Arctomys marmota*) sono animali con un sonno a tipo diurno, perchè nella notte vanno a caccia di nutrimento, meno la marmotta che ha un sonno a tipo notturno.

Il sonno di tutti questi animali, come ho potuto constatare su alcuni che ho tenuti in stato di cattività per lungo tempo, è sempre leggerissimo: al minimo rumore si risvegliano. Si noti qui inoltre, che la maggior parte di questi Rosicanti sono tutti

letargici, ed è questa una prova, che fra profondità del sonno e letargo non esiste nesso alcuno.

Fra gli insettivori ho specialmente esaminato *Erinaceus Europaeus* e *Talpa europaea*. Debbo notare però che quest'ultima allo stato di cattività muore entro 1—2 giorni al massimo e, per quante siano state le mie cure per mantenerla in vita, non vi sono assolutamente riuscito.

Se debbo però arguire dalle osservazioni continue, che ho fatto in campagna, si susseguono periodi di attività e riposo, sia nelle ore diurne che nelle ore notturne ed arguisco ciò dalla quantità di terra, che si raduna a mucchi al di sopra dei nidi di questi animali. In stato di cattività si può dire che rimanga più o meno sempre in movimento, si concede solo dei brevi periodi di riposo. Per quanto poi riguarda il riccio (animale letargico e allo stato libero notturno, ossia con sonno a tipo diurno), tenuto allos tato domestico, si raggomitola più o meno completamente durante la notte (sicchè cambia il ritmo del sonno da diurno a notturno) però solamente per poche ore. Anche per il riccio valgono le osservazioni che faceva per i rosicanti letargici, ossia del nessun legame che corre fra sonno e letargo.

Fra i carnivori anche ho potuto fare delle osservazioni molto interessanti sui periodi di sonno, sia in quelli allo stato domestico, come in quelli che sono allo stato selvaggio (ma in cattività).

Non mi dilungo sul sonno dei cani, perchè è stato scritto su di questo sia da biologi, come anche delle osservazioni interessanti sono state anche fatte da amatori. Tutti i cani hanno una tendenza a dormire molto, sia nelle ore notturne (è il periodo più lungo) come anche nelle ore diurne ed hanno però un sonno molto leggero: al minimo rumore si risvegliano. Invece i *Canis vulpes* e *Canis lupus*, che sono ancora allo stato selvaggio, hanno un sonno molto più intermittente (specialmente durante il giorno) di quello che non abbia il cane e contemporaneamente è anche di molto più breve durata.

Gli *Ursidae* (*Ursus arctos*, *Ursus maritimus*) dormono sia nelle ore notturne come anche nelle ore diurne, però a intervalli brevissimi: ciò si avvera specialmente nell'orso polare (si noti anche qui la stretta coincidenza che ha ciò con la vita molto frequentemente acquatica dell'animale).

Fra i *Mustelidae*, *Meles taxus*, *Mustela faina*, *Putorius furo*, il sonno è a tipo completamente notturno (almeno allo stato di cattività) e di una durata molto breve.

Fra i *Hyaenidae* la *Hyaena striata*, anche in cattività, conserva il tipo del suo sonno diurno (del resto molto breve) e durante la notte è sempre in continuo movimento.

I *Felidae* (*Felis leo*, *F. tigris*, *F. pardus*, *Lynx*) hanno un sonno prevalentemente notturno (non molto lungo), però, anche durante il giorno si concedono dei brevi periodi di sonno. Il *Felis domestica*, addomesticato già da secoli, ha un sonno a tipo

notturmo, però anche durante il giorno dorme di quando in quando.

I Chirotteri da me osservati (*Plecotus auritus*, *Vesperilio murinus*, *Vesperugo noctula*) sono tutti animali che vivono nelle grotte, nelle caverne e là passano tutta la giornata, appesi quasi sempre per le estremità posteriori.

Hanno un sonno leggerissimo, perchè basta il minimo rumore, una luce un po' forte, perchè aprano subito gli occhi e quindi si risvegliano per allontanarsi dal luogo, dove sono stati stimolati.

Hanno quindi un sonno leggerissimo a tipo diurno e sono letargici: durante la notte rimangono in continuo movimento (il ritmo di attività comincia sull'imbrunire e finisce al sorgere del giorno e coincide perfettamente, sia l'inizio come la fine della attività, con una determinata intensità luminosa, che varia naturalmente a seconda delle stagioni). Ho avuto occasione di studiare per lunghi periodi di tempo dei Primati, che io ho tenuto per eseguire anche delle osservazioni, dopo determinate lesioni sul sistema nervoso centrale. Erano esemplari di *Cynocephalidae*, *Cercopithecidae*, *Semnopithecidae*. Ebbene, le scimmie da me osservate, si addormentano di quando in quando durante la giornata, ma di un sonno leggerissimo. Lo stesso sonno avveniva durante la notte, ma aveva una durata molto più lunga. Al minimo rumore si ridestavano immediatamente.

Fra le *Antropomorphae* un esemplare di *Satyrus orang*, sia per osservazioni mie personali come per osservazioni di custodi, si comportava perfettamente nel suo ciclo ipnico come le altre scimmie, delle quali ora ho tenuto parola. — . — . —

Voglio infine accennare ad alcune osservazioni costanti, le quali sono state fatte da me, che riguardano appunto il sonno degli animali e che si riscontrano in tutti gli ordini.

Di regola generale tutti gli animali giovani dormono molto meno di quelli che sono più adulti ed in genere hanno un sonno tranquillo, più ritmico (non si interrompe molto facilmente come succede negli adulti, sia in questi il sonno a tipo notturno o diurno).

In parte, e solo per qualche animale (cane, bue), era stato ciò rilevato anche dal *De Sanctis*.

Ho tentato anche io di classificare gli animali (il tentativo era stato fatto da *Cornish*, ma secondo me è fallito completamente) a seconda della profondità maggiore o minore del loro sonno. Ho potuto rilevare questi fatti principali: il sonno di tutti gli animali è molto superficiale, di non lunga durata, più profondo è il sonno di quelli animali che lo hanno a tipo notturno.

La superficialità del sonno si spiega col fatto che tutti gli animali, essendo esposti ad ogni istante ad essere aggrediti, ereditariamente si trasmettono di rimanere vigili non soltanto allo stato di veglia, ma anche quando stanno dormendo. Questo tipo di sonno è superficialissimo, in modo che al minimo stimolo possono passare subito allo stato di veglia completa e di difesa.

Contro le mie idee, che occorre cioè uno sviluppo molto avanzato del telencefalo, perchè possa risvegliarsi il sonno, mi si potrebbe opporre anche per i mammiferi il celebre esperimento di Goltz. Questo riuscì completamente nell'ardito esperimento di togliere completamente i due emisferi cerebrali ad un cane ed a conservare in vita l'animale per qualche anno. I risultati di questo classico esperimento sono in poche parole i seguenti: nel cane così operato mancano per sempre tutte le reazioni in cui entra in giuoco la memoria associativa, mentre le reazioni semplici, dovute unicamente a condizioni ereditarie, rimangono completamente inalterate (conferma di quanto abbiamo già visto per i colombi senza emisferi).

Perciò il cane privo di emisferi si muoveva senza posa nella sua gabbia, e ciò forse ci spiega la tendenza a dimagrire degli animali così operati: l'unico fatto anormale che presentava era questa eccessiva irrequietezza. Però il cane dormiva tutta la notte, anche per un periodo più lungo che non lo facciano i cani normali.

Con una sorprendente regolarità si addormentava e si svegliava, muovendosi spontaneamente senza alcun visibile stimolo esterno. Non è perciò sorprendente, che l'animale privo di emisferi cerebrali presenti regolarmente lo stato di veglia e di sonno. Il sonno non ha nulla a che fare colla coscienza e con la memoria, esso (prendendo la cosa in senso lato) si verifica anche nelle piante.

Occorre adesso vedere come gli animali (non solo quelli che cadono in „sonno“ ma anche quelli dotati solamente di maggiore o minore attività) modificano questi vari periodi in virtù di loro fattori intrinseci: 1 Alimentazione — 2 Riproduzione e difesa della prole — 3 Vita sociale.

Fattori intrinseci agli stessi animali  
1. Fattore „Fame, alimentazione“.

Il fattore „nutrimento“ ha la sua grande influenza, difatti pur limitando le nostre osservazioni agli animali (dalle attinie sino ai pesci) marini che stanno allo stato di cattività in un aquarium, basta notare la maggiore attività che dimostrano tutti questi animali, appena un po' di nutrimento venga messo nelle loro vasche.

Per i mammiferi e per gli uccelli si può dire che regolino la loro giornata passandone una parte (giorno o notte, a seconda se sono animali diurni o notturni) in movimento (specialmente alla ricerca del nutrimento) e quanto al resto del tempo l'impiegano a riposarsi. Non si possono tracciare dei limiti netti e stabilire la durata di questi due periodi di attività e di riposo, perchè altri fattori (specialmente luce) intervengono a farli variare.

In genere si può ritenere però, che metà della giornata la passino in riposo e l'altra metà in movimento.

I felini che sono certamente, fra gli animali, quelli dotati di movimenti i più rapidi, cadono in riposo, in sonno, specialmente dopo mangiato.

In molti uccelli è nettissima l'influenza che spiega il fattore „ricerca dell'alimento“ sopra i periodi di attività e riposo.

Riporto qualche esempio che ho potuto controllare molte volte da me stesso. La cicogna lascia il nido due volte al giorno, al mattino e dopo mezzodì va nei prati e nei stagni alla ricerca del nutrimento e ritorna a mezzogiorno e prima del calare del sole. Il falcone va alla caccia, specialmente al mattino e alla sera: nel pomeriggio questi animali stanno completamente immobili in un luogo elevato e tranquillo: il gozzo è pieno di nutrimento e le ali sono rilasciate, l'animale si trova in uno stato di sonnolenza, che dura per tutto il periodo della digestione.

I Corvi si svegliano all'alba, si riuniscono (in società) e vanno volando per i prati e per i campi per cercare il nutrimento. Nel pomeriggio stanno sugli alberi a riparo del sole in uno stato di sonnolenza, solo più tardi vanno in cerca di altro nutrimento. La sera si trovano in un punto determinato per passare la notte, quasi sempre in un bosco stando solamente sugli alberi senza fare mai il minimo movimento.

Vi sono poi fra gli animali, di quelli che hanno bisogno di una quantità enorme di nutrimento, che talora non è cosa facile il procurarsi e perciò stanno continuamente in moto, in caccia. I Gabbiani sono obbligati a volare senza tregua al disopra dell'Oceano per procurarsi il vitto, si può dire che passino volando quasi tutta la loro vita. La Talpa anche è un forte divoratore (insettivoro) e sta sempre chiusa nelle sue gallerie in maggiore attività ogni 10—12 ore (si rileva dai cumuli di terra che spesso va elevando e che sono lo spurgo delle sue gallerie) incrociando la terra in tutti i sensi in cerca di insetti e di vermi. Le sue ore di riposo e di lavoro si succedono sempre molto regolarmente.

Non è letargica, perchè oltre non avere la costituzione anatomica adatta, sia nell'estate che nell'inverno trova sempre nutrimento. Anzi è forse in maggiore attività nell'inverno, perchè stando i vermi e gli insetti allo stato di letargo nella terra, la presa del nutrimento è molto più facile: difatti da quanto ho potuto osservare, quei caratteristici movimenti di terra si avverano più in questa stagione che nell'estate. Secondo me, è nell'inverno che la talpa ha il suo massimo di attività.

In linea generale insomma si può dire, che un animale più è divoratore e minore è il riposo che si concede. Difatti tutti i rosicanti che sono fortissimi divoratori, stanno in continuo movimento (sono quasi tutti animali notturni), sia per mangiare subito quanto trovano, come anche per fare collezionismo (alcuni per far ciò hanno delle tasche laterali alla bocca).

Il fattore fame e quindi la ricerca del nutrimento è capace anche di far variare il ritmo della attività e del riposo di molti animali, perchè è uno di quelli che viene influenzato sovraneamente dalla legge dell'interesse momentaneo. Molti che rifuggono dall'uomo, come la pernice, la lepre, il lupo, ad esempio, si avvicinano

alle abitazioni. Alcuni (come il lupo), mancando il nutrimento, da animali notturni diventano diurni e diventano anche coraggiosi: sia isolatamente, come anche unendosi in società, danno degli assalti veri e propri agli animali e all'uomo.

Questo fattore „ricerca di nutrimento“ regna talmente sovrano, ad esempio in alcune locuste, che camminano di continuo e non conoscono ostacolo alcuno, tanto che spesso rimangono annegate in corsi d'acqua (fiumi o torrenti).

Difatti un animale affamato ed in libertà non riposa, ma si muove continuamente in cerca di nutrimento.

Oppure rimangono anche fermi, completamente vigili, nell'attesa della preda che passi al varco (in questo caso però non si tratta di riposo, ma di una vera e propria attività che si esplica specialmente coll'attenzione).

In alcune ricerche eseguite sopra l'attività e il riposo degli animali marini ho sostenuto che tutti i pesci di fondo, siano fermi sulle rocce, oppure ricoperti più o meno dalla sabbia, non si trovano in uno stato di „sonno“, ma invece si trovano sempre allo stato molto vigile. Questa immobilità è dovuta specialmente alla ricerca del nutrimento, che in questa maniera può essere molto facilitata, perchè gli altri animali possono essere tratti in inganno e rimangono in questa maniera più facile preda.

Quanto io ho detto degli animali marini, si può sostenere anche per molti animali terrestri, ad esempio tutti i felini, sia selvaggi come allo stato domestico: il camaleonte, il coccodrillo, i ragni, i serpenti ecc. rimangono periodi di tempo sempre continuamente fermi in attesa appunto della preda. Eppure non si può dire che in questa immobilità si trovino allo stato di riposo, anzi è appunto allora che debbono mostrare maggiore attenzione.

Ed in genere si può dire che sia negli animali marini, come nei terrestri, un animale, di quanto più conserva l'immobilità, tanto più velocemente aggredisce la preda.

Caratteristico è il modo, come molti di questi animali aggrediscono la preda: compiono delle vere e proprie „esperienze fisiologiche“. Ad esempio la vipera morde coi suoi denti velenosi l'animale, che gli si offre in pasto e poi attende „vigile“ l'azione del veleno. Solo quando questo animale così avvelenato non compie più movimento alcuno, allora si avvicina piano piano e sinceratasi che è morto comincia ad ingoiarlo. Mentre invece altri serpenti (Boa) uccidono la preda attorcigliandola completamente e in questa maniera ne fanno il soffocamento in un tempo più o meno breve.

Tutti avranno osservato in un giardino zoologico, come i felini prima di dilaniare ed ingoiare la carne che hanno ricevuta in pasto la vanno continuamente leccando: ebbene in questa maniera determinano una abbondante secrezione di succo gastrico (Esperienza alla Pawlow), così, appena la carne andrà nello stomaco, sarà molto facilmente digerita. La Torpedo invece fulmina

colla sua scarica elettrica, anche stando nascosta nella sabbia, il pesce che le si avvicina ed immediatamente corre ad ingoiarlo, perchè, non facendo così, potrebbe quasi sicuramente ritornare in vita. Altri animali invece, come ad esempio il *Trachinus*, la *Scorpaena* avvelenano la preda, ma poi non la divorano (sicchè in questo caso l'avvelenamento serve solo come mezzo di difesa e non per procacciarsi nutrimento). Lo stesso fa il *Trygon* col suo aculeo caudale (aggredisce a morte gli altri pesci e poi non li divora). Almeno questo è quanto ho potuto vedere nei grandi bacini dell' Aquarium di Napoli: forse gli stessi fatti però avvengono nel libero mare.

Ho notato inoltre che vertebrati superiori, tenuti in prigionia allo stato di digiuno, solo nei primi tempi sono quasi in continuo movimento visto che è impossibile procacciarsi nutrimento alcuno, molto presto evitano di muoversi e ciò fanno appunto per avere il minimo dispendio possibile di forze ed avere così un ricambio molto rallentato. Stanno quasi sempre in uno stato di immobilità.

Però bisogna notare, che per questo fattore „fame“ sorge la legge dell'interesse momentaneo, che può far variare enormemente i periodi di attività e di riposo, però in un altro senso, diverso da quello sopra il quale ci siamo ora intrattenuti.

Difatti, appena gli animali si trovano in un pericolo qualunque sia per sè o per la prole, abbandonano subito il nutrimento che avevano già afferrato ed in questo caso fuggono, oppure si mettono in posizione di difesa. Ciò si vede specialmente negli uccelli e negli animali di rapina, i quali anzi per incutere timore aumentano la propria superficie, alzando le penne od i peli, dai quali sono ricoperti.

Fatti analoghi si vedono anche in altri animali terrestri (ad es. *Tarantola*) e marini (*Trigla*, *Dactylopterus*).

Io ritengo che il fenomeno „riposo“ „sonno“, specialmente negli animali superiori, sia di ordine molto superiore al fattore „fame e ricerca dell'alimento“ e più indispensabile alla vita. E baso questo mia idea sul fatto, che gli ammaestratori di animali costringono l'animale che vogliono educare, a quanto si sono prefissi di fargli eseguire, per mezzo del fattore „fame e alimento“ e giammai ricorrono a fargli mancare il necessario riposo. E poi è ormai una cosa nota, che un animale superiore muore prima per mancanza di sonno (*Manaceine*) che per mancanza di nutrimento.

## 2. Fattore „Riproduzione e Protezione della Prole“.

Sappiamo che gli animali sono obbligati a riprodursi, altrimenti si spegnerebbero. Ebbene sia nella riproduzione sessuale, come anche nella riproduzione asessuale avvengono tali variazioni nell'organismo animale da far variare più o meno completamente i periodi di attività e di riposo che si hanno allo stato normale. Poco o nulla si sa in proposito, di quanto avvenga negli organismi inferiori, sia che si riproducano per scissione dell'organismo riproduttore o per gemme; io ritengo però fermamente, che in questo

periodo delle profonde modificazioni avvengono nella attività propria dell'organismo.

Più estese sono invece le nostre cognizioni in tutti quegli animali, nei quali la riproduzione è a sesso differente. Questi animali non vengono al mondo completamente atti alla riproduzione; i loro organi genitali all'epoca della nascita non si trovano che in uno stato assolutamente rudimentale. Solo quando gli animali hanno raggiunto una certa età e che tutte le condizioni intrinseche ed estrinseche sono favorevoli per il loro sviluppo, i loro organi genitali si sviluppano normalmente. E allora solamente gli organi divengono atti ad elaborare i prodotti la cui azione reciproca serve alla perpetuazione della specie. È da questo momento che questo fattore esercita una influenza grandissima sopra la attività dei vari animali. Naturalmente queste condizioni generali della riproduzione variano con ogni specie. L'elaborazione del prodotto degli organi genitali non ha luogo costantemente e non dura che un tempo molto limitato.

A questo periodo, che è d'ordinario più lungo nei maschi che nelle femmine, ed è in generale di una durata molto variabile per ogni specie, succede dopo un certo tempo un periodo di riposo, prima relativo e poi assoluto, degli organi genitali: allora questo fattore non esplica più influenza alcuna, o almeno molto limitata sulla vita dell'animale. La maggior parte degli insetti segregano i prodotti genitali solamente una volta durante la loro vita, mentre che moltissimi animali rinnovano frequentemente questo atto.

Generalmente negli insetti le femmine depongono le uova fecondate, che subiscono poi tutte le note metamorfosi.

L'attività di tali animali in questo caso consiste nel trovare a queste uova oltre le condizioni necessarie alla vita, come il calore, l'umidità ecc. anche di deporle in un mezzo ambiente tale, che, appena la larva esce dall'uovo, sia provvista di nutrimento.

Ora l'osservazione ci ammaestra che la femmina sa scegliere giustamente questo mezzo, e allora solamente depone le uova. Del resto a questo solamente si limita la sua attività in rapporto al fattore „sviluppo“, perchè le uova vengono poi completamente abbandonate a sè stesse.

Per ogni specie l'epoca dell'apparizione dei prodotti sessuali che coincide coll'inizio della riproduzione, è chiusa entro certi limiti. La fecondazione si opera in differenti maniere, a seconda della specie alla quale appartiene l'animale. Bisogna distinguere fra la fecondazione, che ha luogo fuori del corpo della femmina, come è nel caso della maggior parte dei pesci e dei batraci, da quella che si affettua nel corpo della femmina. Ci sono degli esempi fra i pesci di enorme attività durante l'epoca della fregola. Durante questo tempo i pesci del genere Salmone lasciano il mare e ritornano i fiumi, lottando talvolta contro difficoltà insormontabili e rischiando spesso la vita, stando contemporaneamente del tutto digiuni (Miescher) e nuotando sempre continuamente: gruppi di

maschi seguono una femmina. Deposte le uova, ritornano poi al mare, però il viaggio di ritorno è molto differente, vanno nuotando molto più piano e contemporaneamente anche si nutrono.

Anche altri pesci (Aringhe, Merluzzi ecc.) durante questo tempo si riuniscono in grandi masse, sempre uniti insieme animali di sesso differente. Fra i pesci di acqua dolce fanno questi viaggi, durante quest'epoca della fregola, le trote (*Salmo*) e i Barbi (*Barbus*).

Quasi tutti i pesci contemporaneamente assumono i colori caratteristici delle nozze, diventando in genere di un colorito molto più oscuro, con chiazze molto più marcate in determinate regioni del corpo. In *Hippocampus* ad esempio questo fatto è molto manifesto, come ho potuto vedere io tante volte.

Possiamo portare, sempre prendendoli dai pesci, degli esempi dove si vede appunto, quanto importante sia il fattore *g r a v i d a n z a*: difatti: *Trygon pastinaca* L. *Torpedo* sp. div. *Myliobatis bovina* Geoffr. sono pesci che si avvicinano alla costa solo in un periodo molto avanzato della gravidanza e allo scopo esclusivamente di sgravarsi, poi si allontanano di nuovo.

Caratteristico molto è quanto si vede in *Smaris Alcedo* Risso (Lo Bianco 1909 p. 751—752) all'epoca della riproduzione. Specialmente nei mesi di Aprile e Maggio le femmine di questa specie si radunano a masse fittissime in numero enorme sui fondi sabbiosi o a coralline minute, ad una profondità che varia fra 30—70 metri, disponendosi ad una certa distanza dal fondo e così cominciano a deporre le uova. I maschi si riuniscono contemporaneamente a masse numerose al disotto delle femmine, fecondano le uova che cadono e in parte anche le mangiano. Ed in questa semiimmobilità rimangono anche per un tempo lungo.

Da quanto si è potuto vedere, sembra che in un grande numero di animali l'espulsione periodica dei prodotti degli organi genitali sia una condizione necessaria alla vita. E ciò presenta un legame diretto ed intimo fra la riproduzione e la conservazione dell'individuo.

Ciò avviene sicuramente nelle rane, dove la copulazione sembra un vero bisogno come quello del nutrimento. Il maschio stringe con gli arti anteriori con una violenza tale la femmina, che spesso penetrano nell'interno del suo corpo producendo delle lesioni più o meno gravi. Ed in questo stato di accoppiamento, il maschio può essere malmenato e lesionato in ogni maniera (asportando anche un arto) senza che abbandoni la posizione di copula, ed anche giungendo a fare la separazione.

Però basta (*Tarchanoff*) comprimere le vescichette seminali e fare scolare lo sperma, che vi si trova accumulato, perchè il maschio abbandoni completamente la femmina. Ognuno dunque vede, come almeno per la rana, il fattore riproduzione porti delle modificazioni molto profonde nei periodi di attività e riposo di questi animali. Un altro Batracio, il maschio di *Halytes obstetricans*,

si trascina continuamente appresso per molti giorni, trattenute dalle zampe posteriori, le uova che sono riunite in gruppo e rimane così completamente fermo sino a che non si avvicina all'acqua, dove poi va a deporre questo gruppo di uova.

Molte specie di serpenti, durante l'epoca della fregola, si uniscono a frotte immediatamente dopo l'epoca della muta. Debbo qui di passaggio notare che anche il cambio del tegumento esterno, in tutti gli animali che lo presentano (Crostei, Serpenti ecc.), è causa di un arresto della attività non solamente durante tutto il tempo che avviene questo rinnovamento del tegumento, ma anche molto tempo prima e dopo che venga abbandonato il vecchio.

Prima rimangono immobili a causa dell'accrescimento del nuovo tegumento, che porta certamente uno squilibrio in tutto l'animale e dopo infine, a causa anche della protezione molto limitata che può fornire il nuovo tegumento.

Questi animali quindi, che presentano questo cambiamento periodico del tegumento esterno, rimangono immobili e nascosti per un periodo di, tempo più o meno lungo.

In molte specie di serpenti si avvera il fatto che durante la fregola il maschio e la femmina rimangono completamente atorcigliati fra loro esposti al sole per un tempo anche molto lungo.

Non sembra che i serpenti abbiano in genere delle cure parentali, perchè si limitano a deporre le uova in luoghi convenienti (temperatura omogenea, leggero grado di umidità, ecc.) perchè l'embrione possa svilupparsi bene. Ho potuto sapere però, che il Python (almeno ciò avviene nei giardini zoologici) rimane a protezione delle sue uova per tutto il tempo dell'incubazione e non le abbandona sino a che non sono dischiuse: durante questo tempo rimane perciò completamente fermo.

Sia in Testudo come in Emys, come in Thalassochelys i maschi possono seguire per lunghissimo tempo la femmina e non darsi mai assolutamente riposo. Se ne allontanano poi, appena un maschio ha compiuto la copula.

La femmina poi depone le uova in un luogo conveniente (specialmente nelle ore notturne) bene ricoperte e non si occupa più assolutamente in seguito di queste.

Fra gli animali marini invertebrati richiamo l'attenzione sulla Seppia: i maschi specialmente all'epoca della fregola sono in continua attività, molto combattono fra di loro e seguono sempre una femmina. Sostengono delle vere e proprie battaglie ed anche sono capaci di autotomizzare nel frattempo i propri arti.

Negli uccelli invece, l'attività che spiegano per assicurare la loro riproduzione, è intimamente legata alle condizioni necessarie allo sviluppo e alla protezione della prole.

Ma vi sono però animali, nei quali avviene la copulazione tra i due sessi, però non vivendo in famiglia, in società, sono

obbligati a cercarsi, ad avvicinarsi ed a passare insieme un tempo più o meno lungo. Per arrivare a ciò si servono dei mezzi che sono forniti dalla loro organizzazione e di qualche facoltà speciale che non apparisce che a quest'epoca.

Sappiamo già che, in moltissimi di questi animali, cambia l'abito esterno, appena si avvicina l'epoca della fregola e si forma il così detto „vestito di nozze“, in molti altri appariscono delle produzioni particolari della pelle. La voce cambia molto spesso e gli animali possono emettere dei suoni straordinari. Allorchè si cercano, gli animali sono spesso attirati dalla funzione di certe glandole che sono in attività (ruminanti: Moscus, Camello) specialmente appunto all'epoca della fregola. Gli animali si uniscono in gruppi più o meno considerevoli ed i rapporti che esistono in questo caso fra il numero dei maschi e quello delle femmine, e così anche altre circostanze, determinano alcune manifestazioni dell'attività degli animali, che tendono appunto al compiersi della copulazione. Molto spesso poi avvengono delle vere e proprie lotte fra maschi per il possesso della femmina. E quello che è più degno di menzione, si è che l'epoca della fregola viene secondo i climi ed in maniera tale, che i piccoli che nascono dalla copula vengano al mondo in condizioni climatiche tali (ritmo dipendente da quello delle stagioni) che è loro possibile di svilupparsi e di diventare adulti.

Lo sviluppo nel corpo della madre dell'uovo fecondato, l'uscita dei prodotti del concepimento, tutti questi fenomeni sono sottoposti per ogni specie animale a certe condizioni di attività e di riposo, ed anche di nutrizione, di temperatura, di protezione, ecc. Basterà solo qualche esempio per convincersi della grande importanza che spiega sull'organismo di questi animali questo fattore della „riproduzione“ sopra la loro attività ed il loro riposo.

Tutti gli uccelli, nell'epoca antecedente all'accoppiamento, emettono delle grida caratteristiche e compiono anche dei voli molto caratteristici e particolari solamente propri di questa epoca. Alcuni (Picchio) per fare constatare la loro presenza battono anche con il becco contro gli alberi.

Cambiano contemporaneamente in modo completo i loro periodi di attività e riposo. Bastano solo alcuni esempi caratteristici per convincersi di ciò.

I gabbiani, i quali, come ho accennato, stanno sempre in continuo movimento nell'Oceano, volando senza tregua, solo all'epoca della riproduzione vanno nella terra ferma (sedentarietà momentanea da riproduzione e protezione della prole). Anche la Cicogna subisce dei profondi mutamenti nella sua vita abituale all'epoca della riproduzione. È in questa epoca, che specialmente il maschio entra in maggiore attività, sia per completare la costruzione del nido, come anche per arrecare il nutrimento necessario alla femmina (che deve star ferma per la protezione della prole dalle influenze cosmiche e dagli altri animali, specialmente rapaci) ed alla prole.

Anche nei mammiferi avvengono delle profonde variazioni a causa del fattore „riproduzione“.

Naturalmente però, fra i mammiferi, la parte del maschio nella riproduzione si limita quasi esclusivamente alla copula ed è alla femmina che incombono tutti i pesi della maternità (allattamento, difesa e nutrizione della prole, educazione ecc.) quindi sia per il maschio come per la femmina i periodi di attività e riposo sono molto differenti. In certe specie il maschio rimane vigile per difendere la femmina e la prole.

Anche fra i mammiferi (specialmente tra i ruminanti: cervi, camosci, ecc.) avvengono delle lotte terribili fra maschi per il possesso della femmina.

In genere poi tutte le femmine dei mammiferi, quando si avvicina il parto, cercano sempre il „nido“ e difatti si preparano un nascondiglio comodo e tranquillo.

Avvenuto il parto, la femmina non si discosta che per breve tempo (ricerca del nutrimento, emissione di urina e di feci) dalla sua prole, che ha bisogno di essere allattata.

Questi sono fatti comuni assolutamente a tutti i mammiferi. La Talpa cambia completamente il suo ritmo di attività e di riposo nell'epoca della riproduzione.

Il fatto rimarchevole in questi ultimi animali si è poi, che hanno gravidanze sia in primavera che in autunno. Ciò si spiega data l'esistenza sotterranea che menano, lontani dalle variazioni brusche atmosferiche e poi perchè, come ho accennato in altro punto, trovano, in questo frattempo, costante il nutrimento.

Questo fattore della propagazione della specie ha dunque, come abbiamo visto, una importanza capitale, perchè determina dei cambiamenti profondi negli animali. Si può dire che tutti i loro atti abbiano per scopo finale la realizzazione delle condizioni necessarie alla vita e alla riproduzione.

Sia il maschio come la femmina (ciò naturalmente è più evidente nei vertebrati superiori) nell'epoca della riproduzione sono sempre allo stato „vigile“ e mai quasi in riposo, sia per il fatto dell'accoppiamento in sè stesso, come anche poi per la difesa della prole.

Durante tutto il periodo riproduttivo soffrono spesso la fame e dimagriscono enormemente. In questo caso anche è la legge dell'interesse momentaneo, il fattore „riproduzione“ che li distoglie completamente dalla alimentazione e che fa completamente variare il ritmo della attività e del riposo. In tutti gli ordini dei mammiferi, dei quali sopra ho tenuto parola, riguardo ai periodi di attività e di sonno, per tutto l'intero periodo del fatto riproduttivo ed anche quando hanno la prole, i periodi di sonno sono molto brevi. Il periodo di sonno non è continuo, ma è a tipo intermittente, sia questo a forma notturna o diurna. Ciò ho potuto stabilire nettamente in modo speciale in tutti quei mammiferi che vivono allo stato domestico, sia per il maschio come anche per la femmina,

non mi dilungo quindi in particolarità, perchè non farei che ripetere per ogni ordine di animale, quanto qui molto succintamente ho riferito.

### 3. Fattore „Vita sociale“.

La conservazione e la riproduzione di qualche specie non si sono realizzate che a condizione che gli individui che la compongono vivano riuniti, sia costantemente, oppure in certi periodi di tempo. Negli animali che vivono costantemente insieme si veggono delle differenze più o meno grandi nel grado di sviluppo non solo, ma qualche volta anche nella struttura stessa del loro corpo. A queste differenze di struttura corrispondono naturalmente delle differenze di funzioni. Si può avverare, che il difetto di attività per la conservazione della riproduzione di una parte della società, è compensato dall'attività dell'altra; ed allora la vita in società è una delle condizioni necessarie ed indispensabili per l'esistenza di questi animali. Si può dire che questo fattore „vita sociale“ sia retto dal principio della „divisione del lavoro“. Possiamo prendere degli esempi molto manifesti in tutti gli ordini di animali, sia fra i vertebrati come fra gl'invertebrati.

Ad esempio nelle formiche le operaie, i maschi e le femmine, compiono delle funzioni differenti: sono le operaie che pensano alla nutrizione delle larve, delle ninfe e delle giovani formiche. A questi vari stati dell'animale corrispondono naturalmente dei differenti periodi di attività e riposo. Nell'inverno sopraggiunge poi in tutte le formiche il letargo, per cui rimangono chiuse nei formicai sino alla primavera. Anche nelle Api abbiamo gli operai, i maschi e le regine. In questi esempi si hanno dunque delle vere e proprie società animali i cui individui appartengono a categorie differenti. Gli individui di ogni categoria si distinguono dalla struttura del corpo e dalle funzioni che compiono, di più non possono da loro solamente arrivare a conservarsi e a riprodursi. Così fra le formiche e le api, gli operai, data la struttura del loro corpo, non sono atti alla riproduzione, bensì a fornire il nutrimento non solo alle femmine fecondate ed ai maschi destinati alla propagazione della specie, ma anche a curare le uova, in modo che possano bene svilupparsi ed a portare quindi nutrimento, quando questo va subendo le varie modificazioni durante lo sviluppo. In queste condizioni, ossia con differenti stati di attività e di riposo dei vari individui, la vita sociale diviene una condizione essenziale per la durata e la sopravvivenza della specie. Fra gli uccelli e i mammiferi naturalmente non esistono delle differenze così nette nella vita sociale, come in questi esempi che abbiamo portato, però anche in questi vige il principio della divisione del lavoro, in base al quale, individui differenti, ma della stessa specie, possono presentare un differente ritmo di attività e di riposo. Si ritrovano in questi animali le differenze ordinarie fra maschio, femmina e piccoli; ebbene queste differenze bastano per unire

gli animali almeno per un certo tempo. Succede spesso che quando la giovane generazione si è sviluppata al punto da rassomigliare completamente ai parenti, certi uccelli e certi mammiferi non si riuniscono più in società per un tempo più o meno lungo per poter compiere le condizioni necessarie alla vita e alla propagazione della specie.

Si hanno quindi delle società temporanee, ovvero anche delle società permanenti. Tutti gli uccelli, i quali emigrano ad epoche determinate (rondini, colombi, cicogne ecc.), si riuniscono in società numerose: la guida al volo viene fatta da uccelli più anziani i quali naturalmente debbono avere maggiore attenzione ed essere più attivi degli altri che li seguono. Queste guide poi si cambiano appunto, perchè si concedano vicendevolmente, se non un riposo assoluto, almeno relativo. Di più, tutti gli uccelli che vivono in società, pongono delle sentinelle (pappagalli, corvi, oche, gru ecc.), specialmente perchè la ricerca del nutrimento venga fatta nel miglior modo possibile.

Talvolta poi vivono in società animali di specie differenti (per es. anatre, beccacce, piccioni selvatici), in questo caso individui dell'una o dell'altra specie si fanno avvertitori di un danno comune.

Così anche molti mammiferi, obbligati a portarsi più o meno lontano per la ricerca del nutrimento, vivono in società qualche tempo o in permanenza. Questo fanno specialmente molti rosicanti letargici e molti ruminanti anche (marmotte, Lemming, cervi, ecc.)

Così anche molti animali della razza canina (sciacalli, lupi) vanno sempre a truppe alla caccia della preda. La necessità di vivere in società s'impone specialmente agli animali, nei quali la riproduzione è lenta e non è possibile che alla condizione che i piccoli, il cui sviluppo esige molti anni, siano guardati con molte cure.

Un esempio di ciò si ha in molte femmine, che vivono in società più o meno numerose. Ebbene, è sempre un individuo della specie, di solito il maschio più vigoroso, che fa da guardia, da guida, e da patriarca della legione.

La guida è costantemente occupata a vigilare, per essere accorta sempre a che un danno non si avvicini.

È l'attenzione, il lavoro continuo compiuto da questa guida, la quale va sempre avanti per esplorare i dintorni, che fanno sì, che il lavoro degli altri individui, che compongono la società, sia molto minore e che nello stesso tempo rendono possibile la vita e la propagazione della specie. Con una guida di questo maschio più vecchio tutti si pongono al sicuro, cominciando dai piccoli, chè altrimenti sarebbero esposti ai più grandi pericoli di essere distrutti.

In questa maniera i periodi di attività e riposo in una data specie si susseguono con una certa regolarità ed anche con una certa facilità. La società, sia quando vada alla ricerca del nutri-

mento, sia che si conceda riposo dopo la caccia, che è stata eseguita, come anche per il fattore propagazione della specie, è munita costantemente di guardie le quali sono sempre vigili attorno e che rendono avvertita di un pericolo imminente. — Se volessimo ora tentare una classifica delle varie gradazioni, che assume nel regno animale il fenomeno riposo e sonno, si potrebbe compilare questa tabella, avvertendo che porto come esempio solo qualche specie di animali per ogni categoria da me osservati.

1<sup>o</sup> Attività motoria maggiore alternata con attività motoria minore (Teleostei).

2<sup>o</sup> Attività motoria e sedentarietà vigile (Torpedo, Scorpaena).

3<sup>o</sup> Attività motoria e sedentarietà-riposo in un nido (Insetti).

4<sup>o</sup> Attività motoria e sedentarietà-riposo determinato da un agente esterno (sole) (Rettili).

5<sup>o</sup> Attività motoria e sonno a tipo leggero, breve, intermittente (uccelli e mammiferi allo stato selvaggio).

6<sup>o</sup> Attività motoria e sonno a tipo profondo, quasi continuo (solo con brevi intermittenze) (uccelli e mammiferi allo stato domestico. Uomo).

Naturalmente con questa classifica io ho creduto di abbracciare nel suo complesso il fenomeno del riposo e del sonno, lasciando di lato le possibili varietà che possono presentare i vari animali. Credo però in questo modo di avere bene abbracciato nel suo complesso la filogenesi del sonno. — Veduta ora la filogenesi del sonno ci rimane di ascrivere il significato biologico a questa funzione dell'organismo animale, studiandone attentamente i vari caratteri che presenta e potremo così bene individualizzarlo.

Il sonno, essendo una funzione della materia vivente, deve essere naturalmente un fenomeno periodico. E su questo punto sono tutti d'accordo: sono i processi di assimilazione e di disassimilazione che si avverano costantemente in tutti i fenomeni vitali e che si succedono appunto periodicamente. Non sarà male di rivolgere uno sguardo un po' da vicino a questi fenomeni periodici: forse qualche osservazione, che io farò a proposito del sonno, potrà essere applicata ad altri fenomeni periodici animali.

1<sup>o</sup> La funzione del sonno è compresa e determinata entro certi limiti, i quali sono differenti per ogni ordine animale. Difatti abbiamo visto che sia la durata (maggiore o minore) come la profondità (maggiore o minore) il tipo (diurno o notturno) varia per ogni ordine di animali.

2<sup>o</sup> La funzione del sonno è accelerata a condizione che l'ambiente esterno (fattore fisico e fattore chimico, come anche il fattore nido) sia favorevole, così anche che siano normali i fattori intrinseci all'animale (alimentazione, riproduzione, ecc.): è una fusione di tutte queste condizioni dell'ambiente esterno e di quello interno che determina l'optimum, perchè si abbia il sonno.

Debbo poi qui infine notare che l'addomesticamento degli animali ha accentuato molto di più in questi ed allungato molto

di più i periodi di riposo e di sonno. Difatti nell'addomesticamento, nella prigionia degli animali tutto hanno salvaguardato questi: il vitto, la riproduzione, la prole. Ci sono poi tutti i fattori per il riposo: un ambiente tranquillo, un nido. Non debbono sostenere alcuna lotta e non debbono andare a cercare nulla.

Da ciò si conclude che l'addomesticamento ha forse alterato il ritmo ancestrale primitivo allungando i periodi di riposo e quindi di sonno.

Si tratta in fondo di una vera e propria funzione eccitatrice al sonno che viene a produrre nell'organismo la fusione di tutti questi fattori estrinseci ed intrinseci all'animale, quando si conservano entro i limiti normali e non presentano delle variazioni più o meno brusche e alle quali l'organismo animale non è adattato. E che si tratti di una vera e propria funzione eccitatrice al sonno che compiono tutti questi fattori omogeneamente riuniti insieme, io me ne convinco guardando le curve (Michelsen), che ci stanno ad indicare la profondità del sonno nell'uomo, ottenute appunto facendo degli stimoli di vario genere e di intensità sempre uguale sopra l'individuo che dorme. Ebbene, queste curve salgono repentinamente e rassomigliano ad una curva di contrazione di un muscolo striato, eccitato con una corrente elettrica, nel suo periodo di ascesa. Raggiunto il massimo della intensità ipnica, entro breve tempo queste curve vanno poi rapidamente discendendo. Ciò sta appunto a significare che, avvenuta l'eccitazione, l'organismo animale, già ereditariamente predisposto a riceverla, e già completamente e ritmicamente a questo adattato, va espletando questa funzione. La profondità del sonno non si mantiene sempre molto elevata, perchè l'organismo addormentato non è più al caso di ricevere la eccitazione primitiva, che l'ha determinata in questo stato e ritmicamente poi (finita l'influenza della eccitazione primitiva) si va risvegliando.

Questa maniera di comportarsi riguardo alla profondità del sonno (almeno per l'uomo), cioè intensa all'inizio e che poi va rapidamente scemando, è per me una caratteristica di tutti questi fenomeni globali, propri dell'organismo animale. Basta pensare al modo di esplicarsi dello stimolo della „fame“ per convincersi di ciò. Io credo, che se anche di questa funzione noi potessimo costruire un equivalente grafico del modo di esplicarsi, questo sarebbe perfettamente uguale a quello del sonno. Difatti anche la fame, come ebbi già a notare in un mio lavoro (Polimanti 1911), insorge repentina ed è uno stimolo che raggiunge subito il suo massimo, però questo stimolo è di natura molto labile, perchè basta introdurre nello stomaco qualcosa (anche che non sia cibo: basta talora un po'd'acqua), perchè lo stimolo repentinamente si vada abbassando e sparisca completamente quella sensazione molto molesta. Ciò sta anche a dimostrarci la grande labilità di questi fenomeni globali propri dell'organismo animale.

Queste curve hanno una grande analogia con quelle date da un muscolo eccitato con una corrente tetanizzante, come sopra ho accennato: la curva di contrazione in questo caso rapidamente raggiunge il suo massimo, e rapidamente va poi discendendo, però prima di ridiscendere rimane per un tempo più o meno lungo al massimo della sua contrazione (questa è l'unica differenza). Ad ogni modo queste curve che stanno a rappresentarci l'esplicarsi di questi atti globali (sonno, fame) hanno una grande analogia con quelle date dalle contrazioni volontarie, le quali, come ben si sa, sono tutte a tipo tetanico.

Sembra dunque che nell'organismo animale sia i fenomeni volontari come gli involontari debbano tutti compiersi in modo repentino e tetanico.

Appare dunque, che tutti i fattori intrinseci ed estrinseci ad un dato fenomeno, che si va esplicando in un organismo animale, appena hanno raggiunto l'optimum, influiscono in modo su questo da farlo produrre repentinamente e fargli raggiungere nel più breve tempo possibile il *m a x i m u m*.

Variando questi fattori, io ritengo sicuro che questi vari fenomeni non si esplichino più così regolarmente, come sopra io ho detto, ma subiscano delle variazioni più o meno profonde a seconda che i fattori intrinseci ed estrinseci all'organismo animale e che servono alla esplicazione di quel determinato atto globale si avvicinano o si allontanano più o meno dall'optimum.

L'assenza di eccitazioni periferiche favorisce il sonno ed in ciò guardiamo tutti gli animali, i quali, sin che debbono rimanere allo stato sedentario solamente, oppure che debbono dormire, si rifugiano costantemente in un nido. Ho parlato più volte del significato biologico, che deve darsi al nido e non mi dilungo sopra tale argomento.

Basterebbe quindi questo solo fatto degli animali del ricorrere al nido per dormire per convincerci della influenza grande eccitatrice che spiega l'ambiente monotono e tranquillo sul fenomeno del sonno. Non ritengo giusta l'osservazione che fa Richet (p. 951) che cioè „on s'endort a l'Opera, malgré la lumière et le bruit“. Basterebbe pensare al fatto, che in molte regioni i bambini vengono addormentati, mentre si va loro cantando una cantilena e contemporaneamente anche agitando la cuna. Nel teatro appunto c'è la musica che facilita il sonno, meno naturalmente quando vi sono quei „maestoso“ che sono quasi sempre origine di un risveglio in chi è addormentato. E del resto, rimanendo sempre nell'uomo, talvolta per ricevere alcune sensazioni estetiche vi sono individui, adatti a riceverle e a percepirle, mentre altri sono completamente inadatti a ciò. E questo avviene non solo per la musica che in alcuni può produrre sonno ed in altri tenerli svegli, ma anche si vede ciò ad esempio, quando vi sono ascoltatori a sentire un oratore: la maggior parte sono svegli, mentre altri invece dormono.

E poi in questi fattori entra sempre il fattore ritmicità del sonno, che nell'uomo si esplica specialmente nelle ore notturne e ad onta magari del rumore che vi è attorno: l'uomo ritmicamente deve addormentarsi.

3° Quanto al valore della influenza modificatrice che esercitano le variazioni dei fattori estrinseci ed intrinseci all'organismo che deve cadere in sonno, si può dire quanto segue. Il fenomeno sonno non può sempre cominciare difatti a prodursi, se non c'è un equilibrio completo e se non si conservano perfettamente entro i limiti assegnati quei fattori, ai quali sopra ho accennato.

Può essere ad esempio che mentre i fattori estrinseci si mantengono entro i limiti normali per la produzione del fenomeno, gli intrinseci non vi si trovino, oppure viceversa, e allora non si ha il sonno, oppure si può avere, ma in una forma completamente atipica. Riguardo alle variazioni che avvengono nell'ambiente esterno e che minacciano i fattori intrinseci all'animale: 1 Conservazione 2 alimentazione 3 riproduzione 4 società, l'organismo animale rompe completamente il proprio ritmo di attività e riposo e non cade in sonno o in riposo. Quegli autori che parlano di „istinto“ ritengono, che ciò avvenga in base alla legge dell'interesse momentaneo, ma ciò poco ci viene a dire. Io dico invece con linguaggio più biologico che l'animale si oppone alla „variazione“, che vuole essergli apportata e perciò rimane vigile.

Perchè il ritmo del sonno avvenga, occorre appunto che l'ampiezza delle variazioni, sia dei fatti estrinseci od intrinseci, si conservi entro certi limiti, senza che questi siano passati. Di più devono equilibrarsi fra di loro, in modo tale che il fenomeno deve raggiungere il suo completo sviluppo in un tempo brevissimo.

Più funzioni della vita animale indipendenti l'una dall'altra possono compiersi nello stesso tempo. Se le condizioni necessarie allo sviluppo di queste funzioni sono identiche, si possono svolgere ugualmente nello stesso tempo; però, se alcune di queste condizioni sono differenti in quantità e in qualità, può accadere, che il modo di svilupparsi di queste varie funzioni differisca in parte o completamente fra di loro. Io non voglio qui intraprendere una discussione sopra i cambiamenti che avvengono nella successione dei fenomeni sotto l'influenza di una variazione sia dei fattori estrinseci od intrinseci all'organismo animale; mi piace solo di aver messo in luce che questi agenti hanno una enorme importanza.

Io non voglio stare qui a parlare infine della influenza che la volontà può spiegare, sia favorendo come anche ritardando l'assopimento, e così anche di altri fattori di ordine perfettamente antropomorfo, perchè poco o nulla servirebbero alla soluzione della questione biologica, che qui ci interessa. Si comprende quindi facilmente, come il sonno sia una funzione positiva e riparatrice, trofica, perchè, se così non fosse, sarebbe una funzione patologica, ciò che in realtà non è: questi sono postulati del fenomeno „sonno“.

Alcuni infine non sanno spiegarsi come nell'uomo il „riposo“ senza dormire, di maggiore o minore durata, non gli dia tanta forza e benessere come gli dà il „sonno“ ed io mi spiego ciò dicendo che il riposo è un postulato degli animali inferiori, mentre il „sonno“ è proprio degli animali superiori e dell'uomo. Ogni animale ha le sue funzioni a seconda specialmente del suo grado di evoluzione e ciò per quanto riguarda l'attività, il riposo, il sonno è stato da me completamente messo in luce nel decorso di questo mio lavoro.

Col fattore evoluzione noi ci spieghiamo completamente tutte le modalità (durata, ritmo, tipo, ecc.) che presentano l'attività, il riposo, il sonno nei vari ordini di animali e ciò anche è stato da me spiegato antecedentemente, credo in modo completo.

Biologicamente la fase di riposo di un ciglio vibratile, la minore attività di un teleosteo, la sedentarietà di un selacio o di un rettile, il sonno di un uccello, di un mammifero o di un uomo hanno lo stesso identico valore. Naturalmente è il fattore evoluzione, che fa variare questo atto biologico.

Però l'alternarsi di periodi di riposo con periodi di attività è un postulato indispensabile della vita (anche non dando alla parola sonno un senso antropomorfo).

E si può giungere quindi ad un'altra conclusione, che cioè tutti gli animali, che non presentano sonno, sono tutti molto inferiori rispetto a quelli che lo presentano. —

Guardiamo infine di dare una definizione del sonno a proposito, della quale Myers molto a ragione diceva: (1903, I p. 122 „The definition of sleep is an acknowledged *c r u x* in physiology“).

Naturalmente, partendo dal nostro punto di vista, dovremo dare una definizione biologica del sonno, che possa applicarsi ai vari ordini animali. Servirà questa come una ricapitolazione, di quanto sinora noi abbiamo qui trattato.

Amnesso che è una proprietà della materia vivente quella di riposarsi, si deve ritenere il sonno come un fenomeno atavico, dovuto ad un grado di evoluzione molto elevato. Come tutte le funzioni vitali è di ordine ritmico, il quale ritmo può cambiare per variazioni, che avvengono sia nell'animale stesso, come anche nell'ambiente che lo circonda. Viene ad essere di molto facilitato in un nido, dove l'animale si ritira e così viene ad essere completamente difeso e trova in questo ambiente quella oscurità, monotonia, silenzio e talora anche l'approvvigionamento, che unitamente all'immobilità nella quale deve stare, fa sì che cada in sonno. —

Rimane ora di parlare di un altro gruppo di fenomeni che presentano gli animali e che hanno una grande analogia col sonno: intendo parlare della „Vita Latente“. Questi fenomeni di vita latente si hanno in quegli animali, quando sottoposti ad una variazione brusca e forte nell'ambiente (sia di ordine fisico come di ordine chimico) dove vivono, non potendo subire, ovvero non potendo adattarsi a questa, per non morire, subiscono delle modi-

ficazioni più o meno profonde, a seconda del loro grado di sviluppo, di costituzione e di evoluzione. Come vedremo trattando questo argomento, i fenomeni di vita latente, in qualunque ordine di animali si avverino, cominciando dai meno evoluti a quelli più evoluti, mostrano dei caratteri che sono comuni a tutti. Voglio qui innanzi tutto tenere parola sulla termobiosi, negli animali acquatici, questione questa di adattamento di grande importanza biologica e che è stata studiata molto bene da Issel (1906) e che qui riassumo molto brevemente, perchè vi sono molti fatti che serviranno a chiarirci alcuni fenomeni della „Vita Latente“.

Da questi studi risulta dunque che la resistenza massima dei protozoi si eleva almeno a 55<sup>0</sup>, i metazoi sopportano non di rado 45<sup>0</sup>—50<sup>0</sup>.

Mentre invece per la flora termale si hanno dei limiti vitali costantemente prossimi a 90<sup>0</sup> e forse anche superiori a 90<sup>0</sup>. È oggi opinione sostenuta da tutti per spiegarsi questi adattamenti a così alte temperature, che i primi batteri e le prime cianoficee hanno cominciato ad esistere, allorquando una temperatura elevata dominava sulla terra. È successivamente ammesso, che abbiano conservato in speciali ambienti una struttura speciale del protoplasma, la quale, in un'epoca geologica più o meno remota, era condizione generale ed indispensabile di esistenza. Ed Issel suppone, che gli infusori ciliati (forme più evolute) siano comparsi allorquando il protoplasma non richiedeva una resistenza così grande alla coagulazione e manifestino quindi, anche tuttora, una tolleranza termica assai limitata. Contemporaneamente, in queste forme adattate alla vita termale, è venuto, unitamente alla temperatura, anche un adattamento alla concentrazione salina delle acque termali, ambedue probabilmente resi facili da circostanze precedenti: *habitat* lagunare (protozoi di acqua stagnante), dimora in stagni poco profondi (specie alofile fra i metazoi), vita in seno a sostanze organiche in via di decomposizione (nematodi viventi in detriti organici). Un fatto interessante, che richiameremo poi parlando di quella forma della vita latente che è il letargo, si è che (Issel pag. 51) gli animali che sono meglio adattati alla vita nelle terme, sono specie erbivore.

Difatti nelle terme euganee la *Frontonia acuminata* è avidissima divoratrice di oscillatorie, la *Paludestrina* ed il *Dorylimus* sono pure erbivori. Di più alla vita termale sono già adattati molti molluschi, artropodi, pesci e anfibi. Questo ci dimostra naturalmente sino a qual punto si spinge la resistenza di questi organismi animali.

Gli organismi inferiori ci presentano dei fenomeni molto interessanti e che richiamarono l'attenzione anche degli antichi biologi.

Trovandosi a contatto dell'ambiente esterno, naturalmente subirono tutte le influenze e tutte le variazioni che avvengono in questo. Si hanno in questi i così detti fenomeni di *vita la-*

tente, ai quali ho sopra accennato. Contentiamoci per ora di vedere questi fatti davvero molto interessanti ed esprimiamo contemporaneamente quella soluzione, che ci sembra più probabile per spiegarceli.

Avviene una variazione nell'ambiente, sia di ordine chimico come anche di ordine fisico, dove si trovano i vari animali e, non potendo sfuggire a questa, o muoiono, o si adattano, o entrano in vita latente, la quale naturalmente assume varie forme a seconda dello stato di evoluzione dell'animale.

Così avremo 1. vita latente in alcuni protozoi, metazoi, vermi ecc. — 2. stato di immobilità temporanea negli artropodi — 3. letargo nei vertebrati poichilotermi ed omeotermi.

La vita latente può prodursi negli animali, quando avvengano quelle date variazioni di ordine fisico e di ordine chimico, le quali possono essere occasionali, oppure anche periodiche, così abbiamo fenomeni di vita latente senza alcun ritmo fisso di tempo e fenomeni di vita latente a tipo periodico (più propriamente a seconda delle stagioni).

Io spiego i fenomeni di vita latente come una variazione chimica-fisica, che avviene nell'organismo animale, sottoposto a quelle determinate variazioni, delle quali poi porterò gran numero di esempi.

E giacchè mi si presenta qui l'occasione, specifico meglio ed ampio, quello che io a questo proposito accennai (Polimanti 1912) trattando l'entità del fenomeno della „immobilità temporanea“. Per me tutti gli animali o parti di questi che presentano fenomeni di vita latente rassomigliano ad una soluzione qualunque che si trova vicino al punto critico di congelazione, oppure ad una soluzione satura di un sale qualunque, che sia vicina alla cristallizzazione.

In ambedue i casi basta una minima variazione, uno stimolo (scuotimento, aggiunta di un cristallo di ghiaccio, di un cristallo di un sale, ecc.), perchè avvenga la congelazione e la cristallizzazione.

Aumentando la pressione di un gas al disotto di una certa temperatura, il gas, a un dato punto critico, diventa liquido. Ebbene i colloidi, i liquidi del nostro protoplasma posseggono dei punti critici: cambiano molto facilmente di stato per le cause le più svariate come temperatura, pressione, ioni, enzimi, sottrazione di acqua ecc.

Un tale materiale si presta molto bene ad una serie la più svariata e continua di cambiamenti e di differenti orientazioni molecolari. Con questa idea però io non voglio escludere il „nesso vitale“ che lega questi vari fenomeni fra di loro. Rammentiamo quanto un grande fisiologo (Pflüger) disse ad un grande chimico (Fischer), che cioè ad onta dei suoi tenaci e geniali sforzi mai sarebbe riuscito a fare la sintesi di una *albumina viva*. Se uno volesse riguardare questi fenomeni di vita latente pret-

tamente dal lato fisico-chimico rassomiglierebbe a quel ricercatore il quale, avendo una grande serie di risultati e di osservazioni di chimica-fisica sopra i più svariati liquidi ed organi di animali di vari ordini, non sa comprendere il nesso vitale che tutti li lega e concatena fra di loro.

I protozi che si incistano e così possono sopportare l'essiccamento o la congelazione, i vermi, i rotiferi, i tardigradi che possono tollerare l'essiccamento per poi risuscitare, gli stessi girini di rana, che possono essere congelati e poi riaversi, ci presentano fenomeni di sospensione della vita o di vita più o meno latente.

I fenomeni di reviviscenza attirarono molto l'attenzione dei vecchi ricercatori. Leeuwenhoek (1719 p. 380—394) descrive la riviviscenza di alcuni infusorii coll'aggiunta dell'acqua, mentre quelli all'asciutto erano in stato di vita latente. Sembra però che il primo a descrivere fenomeni di reviviscenza sia stato Henry Power (1664 p. 38) nella *Anguillula aceti*, che vide morire per l'azione del calore, ma resistere molto all'azione del freddo.

Successivamente Needham (1747 p. 100) e Baker (1754 p. 327—340) osservarono la reviviscenza di altri nematodi (*Anguillula tritici*) colla sola aggiunta di acqua.

L'italiano F. Ginanni (1759 p. 104—109—127) descrive minutamente, nella sua opera, la malattia del „ghiottone“, dalla quale è preso il grano, determinata appunto dall'anguillula tritici. Egli riporta (p. 113) in proposito una lettera del grande Redi (morto alla fine del secolo XVII) a Giovanni Neri, dove in un punto si dice: „del resto i vermi piani sono arrivati tutti morti; ma io li ho messi nell'acqua a rinvenire“ parlando appunto di questi nematodi. Alla fine Ginanni, non potendo spiegarsi come questo animale possa vivere mezz'anno senza nutrimento, sottoposto contemporaneamente al freddo e al caldo, soggiunge che questo è un fatto che assolutamente non si riscontra nell'uomo.

Non voglio qui poi tacere alcuni fatti di vita latente osservati nel golfo di Napoli da Lo Bianco (1909) sopra alcuni organismi inferiori (animali nelle condizioni le più svariate di temperatura, concentrazione salina, azione meccanica delle onde ecc.)

Lo Bianco poi ebbe anche occasione di studiare da vicino un fattore assolutamente straordinario sopra la vita latente di alcuni animali, ossia la caduta di cenere dell'eruzione vesuviana dell'aprile 1906. Alcuni dei fatti enunciati da Lo Bianco ho avuto anche occasione di controllarli io nel mio soggiorno nell' Aquarium di Napoli.

Questo fatto della vita latente è molto comune fra i celerati e serve a proteggerli da vari fattori sfavorevoli alla loro vita.

Alcuni Idroidi fanno ciò sia nell'inverno (in questa stagione c'è specialmente la condizione sfavorevole dei forti marosi, che strapperebbero gli idranti molto fragili), come anche nell'estate, o per altro cause occasionali (come la cenere caduta dal Vesuvio in

Aprile 1906 o la modificazione fisica-chimica del mezzo ambiente più o meno repentino). Così in *Corydendrium parasiticum* Cuv. i Polipi muoiono verso l'ottobre, perchè nei mesi invernali si troverebbero in condizioni sfavorevolissime, quali sarebbero i forti marosi che distruggerebbero completamente i fragili idranti.

Solo verso il giugno, e raramente in maggio, le colonie, rimanendo nel frattempo più o meno avvizzite, sono ricoperte da alghe e da piccoli animali (Idroidi, Briozoi) cominciano a ringiovanirsi con processi di gemmazione, incominciando a formarsi nuovi polipi sulla vecchia colonia.

Anche *Pennaria Cavolinii* Goldf. vive solamente dal maggio al novembre e nell'altro tempo dell'anno i polipi muoiono rimanendo solo le ramificazioni principali ricoperte di alghe o di animali. Nel maggio comincia la formazione di nuove colonie ed in questa maniera si ha il completo ringiovanimento.

Mentre invece, al contrario di questi idroidi dei quali sinora abbiamo parlato, *Hydractinia echinata* Johnst. (idroide di colore rosa) non si rinviene durante l'estate e con molta probabilità, come suppone bene Lo Bianco (1909 p. 543), cade in stato di vita latente nel periodo più caldo dell'anno.

*Eudendrium racemosum* Allm. e *Tubularia mesembryanthemum* Allm., caduta la cenere del Vesuvio nell'Aprile 1906, perdettero completamente tutti gli idranti e si ridussero a soli peduncoli entrando in stato di vita latente. Il primo produsse nuove colonie nel giugno successivo ed il secondo nel maggio.

Da ciò si conclude che questi idroidi periodicamente (ritmo delle stagioni), oppure per una causa occasionale qualunque, hanno la proprietà di cadere in stato di vita latente, perdendo completamente tutti gli idranti. E ciò è di grande valore biologico per la conservazione della specie, perchè questi idroidi si trovano spesso (ad esempio nei porti) o in condizioni di ambiente dannosissime, perchè si hanno delle variazioni anche repentine sia dal lato fisico come dal lato chimico (temperatura eccessiva, sostanze nocive, putrefazione, ecc.). Ebbene allora l'idroide perde completamente i propri sifoni che riforma poi dopo un tempo più o meno lungo, a seconda delle condizioni dell'ambiente e della stagione.

Fra gli Anthozoa, Lo Bianco (1909 p. 550—552) ha osservato che hanno la proprietà di cadere in vita latente *Alcyonium acaule* Mar. e *Astroides calycularis* Edn., cioè sia nelle vasche dell' Aquarium come anche in mare. Sparisce in questi ogni traccia di polipi e la superficie esterna si rende completamente lucida e levigata nell'*Alcyonium*, rimanendo così in tale stato per un tempo più o meno lungo. Anche io ho osservato un *Alcyonium palmatum* Pall., sul quale portava continue eccitazioni di varia natura (specialmente meccaniche) per altro genere di studi, dopo circa dieci giorni sospendere quel caratteristico stato di contrazione, ritirare i polipi ed assumere un aspetto completamente liscio. Sospesa

ogni eccitazione, dopo circa due settimane ritornò completamente allo stato normale, cominciando prima ad espandere solo i polipi di qualche regione e poi man mano completamente tutti.

Sembra dunque che questi antozoi possano cadere in stato di vita latente per le cause le più svariate.

Andando ad animali di classi superiori, fra gli Echinodermi, precisamente fra le Oloturie, si incontrano degli esempi di vita latente. La Cucumaria Plancii Mrzl. (Lo Bianco 1909 p. 565) dopo il periodo della riproduzione che ha luogo specialmente nel Febbraio-Aprile si fissa tenacemente ai corpi sottomarini (comunemente vive sul fondo detritico) si schiaccia, si contrae molto fortemente, riducendosi così a minime proporzioni, e resta così in questo stato di vita latente per tutto l'estate e solo nel settembre comincia a muoversi di nuovo e si prepara quindi alla riproduzione.

Anche fra i Tunicati troviamo degli esempi molto manifesti di vita latente. Clavellina Risoana M. Edw. (Lo Bianco 1909 p. 658) arresta completamente ogni sua funzione durante l'estate, ricoprendosi di uno strato liscio e continuo e cade così in condizioni di vita latente.

Così anche la Distaplia magnilarva Della Valle presenta fatti analoghi di vita latente (Lo Bianco 1909 p. 659) comuni a molte ascidie composte (Fragarium, Distoma, Amaroucium) ed anche ad ascidie sociali (Diazona).

In questo stato speciale, tutta la colonia è avviluppata da una pellicola liscia, rigida e resistente e così sempre rimane sino all'epoca della riproduzione. Solo allora gli individui di nuova formazione rompono l'involucro e la colonia assume un'apparenza spugnosa (orifici boccali) e molto più trasparente. Dopo un certo tempo la parte del corpo dove sono gli orificii boccali dei nuovi individui avvizzisce, macera, si forma contemporaneamente un nuovo involucro, dentro il quale la colonia rimane sino alla prossima stagione riproduttiva. Non bisogna qui appunto dimenticare, che i Tunicati sono molto sensibili alle variazioni dell'ambiente esterno e così ci spieghiamo il loro adattamento alla vita latente. Così ad esempio Phallusia mamillata Cuv. specialmente nell'estate non vive lungo tempo nelle vasche della Aquarium. —.

Occupiamoci adesso di altre forme di vita latente che si presentano in altri animali più o meno evoluti.

In una lunghe serie di ricerche (eseguite sui brachiuri) io ho richiamato l'attenzione degli osservatori sopra il fenomeno della *i m m o b i l i t à t e m p o r a n e a* (morte apparente - Totenstellung).

Ebbene io giunsi alla conclusione che questo fenomeno comune a molti ordini di animali non solo (insetti, crostacei, vermi tubicoli ecc.) a frammenti di molti organismi (pezzi distaccati di rizopodi, blastomeri di un uovo in via di segmentazione, certe uova, globuli bianchi del sangue ecc.) poteva essere spiegata in

vari modi. Innanzi tutto il fattore chimico-fisico (sottrazione specialmente di acqua) può determinare questa immobilità per un tempo più o meno lungo: quando questo fattore poi agisce unitamente a determinate temperature può dar luogo al fenomeno della Letargia: da temperature basse, da temperature alte, da disseccamento. In tutti poi ha una grande influenza l'atavismo e il fattore della sensibilità differenziale (J. Loeb-Bohn). Per quanto riguarda poi più particolarmente i brachiuri, questa immobilità temporanea è specialmente determinata dal cambiamento periodico del carapace (debbono quindi star fermi, nascosti e a digiuno), assumono facilmente diverse posizioni speciali di immobilità (Czermack, Danilewsky, Verworn, Bethe). Tutti questi fattori sono quindi i più adatti per mantenere questi organismi in uno stato più o meno lungo di immobilità.

Difatti anche in questi animali o parti di questi, basta che nell'ambiente che li circonda avvenga una variazione qualunque (di natura fisica o di natura chimica) perchè s'immobilizzino immediatamente ed in tale stato rimangano per un tempo più o meno lungo. Sono queste variazioni che avvengono appunto nel mezzo ambiente e che portano a squilibri fisici, chimici, fisico-chimici nella materia vivente (sostanze colloidali), che portano uno squilibrio nelle molecole e da qui una variazione in quel determinato animale (o parte di questo) che li risente.

In fondo dunque anche il fenomeno „immobilità temporanea“ è un fenomeno di „vita latente“ del quale già abbiamo sopra parlato. Se vogliamo si può ammettere che sia più evoluto, perchè più evoluti sono anche alcuni animali che lo presentano.

Io ritengo anche che molti casi di autotomia negli animali più evoluti, si debbano ad un vero e proprio passaggio dell'animale alla vita latente.

Non faccio che portare solo qualche esempio, perchè chi dovesse approfondirsi in questo argomento potrà leggere il lavoro di Piéron (1908), dove sono raccolti quasi tutti i fatti di autotomia, che si osservano nel regno animale.

Questi fatti di autotomia, che io ora esporrò, avvengono nei crostacei e sono dovuti a variazioni di ordine interno od esterno all'animale stesso. Ad esempio in *Maja Squinado* Bosc. (Lo Bianco 1909 p. 610) le femmine all'epoca della riproduzione, arrivano a perdere qualcuno, oppure completamente tutti i piedi toracici e, non potendo più camminare, dopo poco tempo muoiono. Ma ciò avviene in una vasca di un Aquarium, che è un ambiente molto differente dal libero mare.

Allo stato libero possono rimanere immobili in una fessura in un „nido“ e lì aspettare in stato di immobilità la riproduzione dei vari piedi toracici.

Mettendo ad esempio dei Brachiuri in un recipiente che contenga una sostanza assolutamente eterogenea all'ambiente nel quale questi comunemente vivono (ad es, un acido, un alcali,

ecc.), questi Brachiuri in un tempo più o meno breve (a seconda se la sostanza eterogenea si trova in grande quantità), perdono qualcuno oppure tutti gli arti toracici. In quest'ultimo caso muoiono in breve tempo nel bacino, però, qualora questa variazione brusca li avesse colti nel mare libero, sarebbero caduti nello stato di immobilità e li avrebbero atteso la riproduzione degli arti. Gli esempi si potrebbero moltiplicare e ciò sta appunto a spiegarci che i fenomeni di autotomia economica avvengono molto spesso in animali che non potendo adattarsi alla variazione o sfuggirla, passano allo stato di vita latente, amputando parti del proprio corpo.

Mi preme qui di rilevare che la Maja Squinado femmina che si autotomizza nello stato riproduttivo, somiglia completamente allo stato di vita latente, nel quale cade una Oloturia, la Cucumaria Plancii, dopo il periodo della riproduzione e del qual fatto ho già tenuto parola. Ciò anche viene a confermare completamente, quanto io sopra dicevo. E sono anche fenomeni analoghi alla vita latente degli Antozoi e dei Polipi, dei quali già abbiamo tenuto sopra parola.

Rimane qui infine di parlare di un altro fenomeno che io ritengo del tipo della vita latente, intendo parlare del Letargo o sia degli animali poichilotermi, come anche degli animali omeotermi. Non mi dilungo qui a trattare le varie teorie che sono state emesse per spiegare questo fenomeno, come anche sul modo col quale si esplicano le varie funzioni durante questo stato, perchè ne ho già esaurientemente tenuto conto nella mia monografia sul Letargo (Polimanti 1912).

Se il letargo è un fenomeno analogo a quelli di vita latente, dei quali sinora abbiamo parlato, le stesse variazioni che producono questi debbono produrre quello, e così è infatti. Il Letargo, come ben si sa, è proprio di tutti i poichilotermi terrestri e di qualche mammifero, più specialmente dell'ordine dei roscanti e degli insettivori. Invano io ho ricercato, per quanto scrupolose e di lunga durata siano state le mie ricerche, fatte all' Aquarium di Napoli, il letargo nei pesci. Rusconi (1819) aveva creduto di ritrovarlo nel cavalluccio di mare (*Syngnathus hyppocampus* L.) e supposeva che in genere vi fosse in tutti i Lofobranchi. Ho tenuto dietro durante qualche inverno a questi Lofobranchi, che erano conservati nelle grandi vasche dell' Aquarium, così anche nelle piccole vasche che sono nel Laboratorio. Più precisamente ho fatto osservazioni sopra: *Hippocampus (brevisostris* An., *Guttulatus* Cuv.) *Syngnathus (abaster* Canestr., *acus* Mich.; *phlegon* Risso).

Ebbene mai in nessuno di questi pesci ho potuto riscontrare il minimo accenno ad uno stato di letargo e così anche in pesci di altre specie come *Coris* (Giofredi Risso, *Julis* L.) i quali, come si sa, durante tutto l'inverno si sotterrano nella sabbia (almeno nell' Aquarium).

Osservazioni su questi *Coris* naturalmente io le feci tenendoli in bacini col fondo di pietre (perchè potessero nascondersi)

e non di sabbia, perchè altrimenti in quest'ultimo caso andandosi a nascondere, non avrei potuto compiere osservazione alcuna.

Ebbene tutti questi pesci, durante tutto l'inverno, quando la temperatura dell'Acquario è molto bassa (11°-15°) si muovono molto poco, perchè rimangono quasi sempre attaccati o alle anfrattuosità che sono nel bacino, oppure si abbassano sul fondo (lo stesso fanno i pesci di acqua dolce (*Ciprinus*) quando nell'inverno siano tenuti in vasche all'aperto).

Questa immobilità nulla però ha a che fare col letargo, e poi i pesci non avrebbero la costituzione anatomica adatta per sopportare uno stato di letargo. E poi c'è anche un altro fatto: alcuni di questi Lofobranchi (*Hippocampus* Lo Bianco 1909 p. 719—720) fra il Dicembre e Gennaio, ossia nel periodo che precede la fecondazione, assumono un abito nuziale. Ora, ben si sa, questi fenomeni di letargo mai assolutamente si avverano in un animale letargico. Ho richiamato l'attenzione sopra alcuni pesci, che possono vivere nella melma (Polimanti 1911) e lì rimanere per un tempo più o meno lungo, ma ciò nulla ha a che fare col letargo. E del resto anche aprioristicamente si poteva ritenere che nei pesci non esistesse letargo, perchè hanno il mezzo di fuggire alla variazione e di allontanarsi dall'ambiente, dove questa avviene, insomma possono emigrare, o allontanandosi in superficie, ovvero anche in profondità.

Fenomeni di letargo negli animali marini si ritrovano specialmente nei crostacei brachiuri litoranei.

Allontanati per una causa qualunque dall'acqua, appena all'aria si rannicchiano in una roccia e rimangono in uno stato di vita latente, determinato o dalla stagione fredda (letargo invernale) o dalla stagione calda (letargo estivo): quest'ultimo specialmente determinato da disseccamento per mancanza del necessario vapore acqueo. Rimangono lì immobili e appena ritornano a contatto coll'acqua, finisce subito quello stato di immobilità e di letargo. Fatti simili come ho già rilevato esaurientemente (Polimanti 1911), si avverano anche in crostacei di acqua dolce dei paesi tropicali: per una causa qualunque e per un tempo più o meno lungo rimangono all'asciutto e allora restano in stato di assoluta immobilità, di letargo, sino a che persiste la causa che l'ha determinato. Appena ritornano a contatto dell'acqua, finisce questo stato tutto speciale e particolare. In tutti i casi, questo dei crostacei è un vero e proprio fenomeno di vita latente: in qualche crostaceo si avvera a tipo periodico, perchè le cause esterne che lo determinano (caldo, freddo, mancanza di umidità) si succedono periodicamente.

In linea generale si può infine ritenere, che sia il fattore „temperatura“ quello che determina il letargo (estivo od invernale) e che nello stesso tempo in quelli animali (uccelli) che, data la loro organizzazione (scambi intensi: hanno la temperatura più

elevata di tutti gli animali), mancanza di organi protettori speciali (organo del letargo), ecc., non possono cadere in letargo, ne stabilisca la migrazione periodica (primaverile e autunnale).

Da questo punto di vista biologico la stagione secca dei paesi caldi, tropicali, corrisponde all'inverno dei paesi freddi e temperati.

Le lumache, nei nostri climi temperati, non solo sono sensibilissime al freddo (tanto che cadono in letargo nella stagione invernale chiudendosi nella loro chiocciola) ma anche alla mancanza di quel certo grado di umidità nella stagione primaverile-estiva.

Difatti, appena venga a mancare questo fattore, se ne stanno nascoste sia nella loro chiocciola o in luoghi umidi, e solo al cader della pioggia fuoriescono (io ritengo che siano dei veri istrumenti igrometrici ed abbiano un vero senso per l'umidità e per la secchezza).

È la mancanza dell'umidità che le fa cadere in letargo nei paesi tropicali e che fa uscire solo di notte oppure al mattino, nei climi temperati, le lumache completamente nude, oppure col guscio.

Questo esempio delle lumache, che io qui ho portato, serva a dimostrarci come, in genere tutti questi animali letargici o che cadono facilmente in uno stato di vita latente siano sensibili alle minime variazioni del mezzo ambiente. Il *Lombrius* si comporta a questo proposito come le lumache.

Insieme al fattore umidità, sia le temperature basse, come anche le temperature elevate, come ho potuto dimostrare, sono al caso di determinare il „Letargo“ negli animali. Così i serpenti, i cocodrilli cadono in letargo rispettivamente nei paesi freddi e caldi nell'inverno e nell'estate e sempre in nascondigli profondi per difendersi dal freddo e dal caldo.

Le rane nei paesi freddi vanno nel limo, nello stagno nell'autunno, e nei paesi caldi tropicali si affondano invece nella stagione secca, e ritornano attive, appena ritornano a cadere le piogge. Ed il Tanrec cade in letargo nei paesi caldi appunto nella stagione estiva, che è la più secca e quindi riuscirebbe dannosa all'animale.

Ho accennato ora alla presenza di un „nido“ (preso nel senso da me sopra espresso) negli animali letargici. Siccome questo fattore si ritrova anche nel sonno, così alcuni ricercatori vollero trovare degli strettissimi rapporti fra sonno e letargo, ciò che in realtà non è, come ora dimostrerò.

Il nido nel letargico è necessario solamente come mezzo di difesa e non per risvegliare il sonno, che poi lo farebbe passare in letargo. Abbiamo visto che il sonno si comincia a stabilire negli uccelli, ma noi sappiamo che tutti i poichilotermi terrestri hanno un nido, non hanno sonno e cadono in letargo. Il letargico entra nel nido per compiere il suo ciclo di minore attività, di sedentarietà o di sonno; se l'ambiente esterno si mantiene però sempre in condizioni tali da dovergli far subire delle variazioni profonde alle

quali non potrebbe adattarsi, allora se può emigrare emigra, oppure, non potendo, avendo la costituzione anatomica adatta, cade in letargo in quel determinato nido.

Sicchè la protezione del nido si avvera solamente entro certi limiti relativamente ristretti.

Un fatto che sorge manifesto dunque è questo, che cioè negli animali poichilotermi si passa dallo stato di vita latente, allo stato di immobilità temporanea e quindi di letargo. Il fattore atavico „vita latente“ si è trasmesso traverso agli animali inferiori, dove ha prodotto il letargo, e questo è passato agli animali superiori che presentano appunto, alcuni almeno, lo stesso fatto del letargo (si avvera specialmente nell'inverno e nell'estate). Però si deve qui ritenere che gli animali superiori letargici (rosicanti) prima del letargo ebbero il „sonno“ e diventarono letargici, come io vado sostenendo da molto tempo, per una forma di passaggio, di adattamento che si è andata sviluppando in un interminabile periodo di tempo.

In altre parole, il periodo così detto glaciale dell'Europa nord e media nel corso di molte migliaia di anni, ha prodotto dei profondi mutamenti nell'organizzazione di molti animali, che nel periodo anteriore pliocenico, estremamente caldo, si trovavano in continua attività e furono costretti a divenire animali periodici letargici.

In tutti gli animali letargici, quando vanno cadendo in questo stato, nei primi giorni si allungano di molto i periodi di sonno, fino a che cadono in questo vero e proprio stato di vita latente, che è appunto il letargo.

Però debbo far notare che, anche nei mammiferi letargici, il fenomeno sonno è assolutamente indipendente dal fenomeno letargo. Pensiamo, come ho fatto ben notare io, che appunto quei rosicanti e quegli insettivori che passano appunto in letargo buona parte della loro vita, hanno periodi di sonno brevissimo e questo è assolutamente superficiale. Quale relazione intima dovrebbe passare fra sonno e letargo? Il mammifero letargico si può rassomigliare ad una pianta che ha il ciclo diurno e contemporaneamente ha anche un altro ciclo (annuale) determinato dalle stagioni. Ambedue sussistono nella pianta, ma l'uno è assolutamente indipendente dall'altro.

E qui non bisogna dimenticare che tutti gli animali che cadono in letargo nei nostri climi (specialmente mammiferi) sono estremamente grassi, appunto perchè in tutto quel periodo che si sono mantenuti „vigili“ hanno enormemente divorato ed hanno poco dormito per procurarsi una riserva di grasso per l'epoca del letargo.

Debbo qui tener parola di una forma tutta speciale di immobilità nell'uomo che si avvera nei paesi orientali e che è forse analoga

a quella che si vede nei paesi nordici fra gli eschimesi: intendo parlare del fakirismo e dei fakiri.

Disgraziatamente poco o nulla sappiamo sopra questo fenomeno: viaggiatori che furono nelle Indie, da me interpellati, poco o nulla di preciso mi hanno saputo dire in proposito. E sarebbe interessante che dei naturalisti, presentandosi l'occasione favorevole, volessero rendersi edotti un po' più profondamente sopra il fakirismo.

Secondo quanto ho potuto sapere sia da viaggiatori, come anche da quel poco che è stato scritto in proposito, si tratta di maghi o sacerdoti che dopo aver compiuto degli esorcismi, si lasciano chiudere in casse ed anche sotterrare e lì sotterra rimangono in uno stato di „letargo“ per un tempo più o meno lungo, privi assolutamente di cibo e relativamente anche di aria da poter respirare.

Se noi volessimo tentare una spiegazione del fakirismo, dovremmo pensare alle pratiche religiose che impongono le religioni orientali, quali ad esempio la immobilità contemplativa per un tempo più o meno lungo. Come si, sa l'immobilità è uno dei fattori indispensabili, perchè un mammifero possa cadere in letargo. Bisogna poi notare, che questi incantatori di serpenti sono abituati a rimanere fissi collo sguardo su questi animali per un tempo lunghissimo e del quale noi non possiamo farci idea, perchè provando a far ciò, limitandoci a fissare anche per breve tempo un soggetto, siamo presi da stanchezza improvvisamente o almeno abbastanza presto e dobbiamo smettere.

Notiamo inoltre che nelle Indie dove si trovano appunto questi fakiri, si hanno degli anni di „fame“, nei quali questi poveri indiani rimangono spesso sino alla morte completamente immobili aspettando che li colga.

Come si vede dunque il fakirismo si ha in razze umane che già sono abituate alla immobilità e al digiuno.

Non bisogna però qui contemporaneamente dimenticare quelle razze umane (eschimesi), che vivono nelle vicinanze del polo. Ebbene, almeno da quanto raccontano i vari viaggiatori, questi popoli vivono nelle loro capanne, nelle loro case, nella fredda stagione, in uno stato di quasi immobilità (determinata in parte anche dalla così detta „notte polare“).

Anche questo è un fatto analogo al fakirismo determinato specialmente dalle tenebre e dalla bassa temperatura. Sembra anche (Volkov 1900) che molti contadini russi nella fredda stagione cadano in una specie di letargo. Ma questo fatto non è stato confermato da una inchiesta compiuta da Claparède (1905 p. 305). Il collega C. Csciscovski (Pietroburgo), da me interpellato, mi ha confermato, quanto dice Volkov. — —

Dopo quanto ho detto quindi, la filogenesi del letargo rimane completamente tracciata: Vita latente (idroidi, antozoi, ecc.), Immobilità temporanea (crostacei ecc.), Letargo estivo, invernale,

da disseccamento (crostacei, ecc.), Letargo degli animali poichilotermi, Letargo dei mammiferi, Fakirismo e vita invernale degli eschimesi.

Sono questi i fenomeni che si ricollegano intimamente fra di loro e non altri.

Vediamo ora di rendere ragione del significato biologico della vita latente e del letargo: da quanto abbiamo sopra asposto ciò non sarà difficile. La vita latente presa nel più ampio significato e grado, secondo le sue manifestazioni, dall'idroide fino al mammifero, è una funzione conservatrice dell'individuo e della specie.

Con questo mezzo l'organismo animale limita ad un grado minimo, per un tempo più o meno lungo le sue funzioni e le riprende appena si presentano di nuovo le condizioni favorevoli.

Studiate queste manifestazioni vitali, nelle quali ci siamo sinora intrattenuti, dal punto di vista della fisiologia comparata e della biologia generale, si può giungere dopo aver analizzato i vari fatti, ad una spiegazione molto più convincente e completa di quello che non si possa ottenere osservandoli solamente dal punto di vista antropomorfo. Analisi e sintesi biologica occorrono nella soluzione di questi problemi.

### Bibliografia.

- 1912 Polimanti, O., Il Letargo. Roma (in corso di stampa). In questa monografia si trova la completa bibliografia sul Letargo e stati affini.
- 1912 Polimanti, O., Studi di Fisiologia etologica. II. Lo stato di immobilità temporanea („morte apparente“ — „Totenstellung“) nei Crostacei Brachiuri. Zeitschrift f. allg. Physiologie, XIII. Band, S. 201—226.
- 1912 Polimanti, O., Contributi alla fisiologia del sistema nervoso centrale et del movimento dei pesci. Zoologische Jahrbücher. Abt. f. allg. Zoologie u. Physiologie d. Tiere. I. Selacoidei XXX. Bd. p. 473—716 T. 6. II. Batoidei, XXXII. Bd. p. 311—366 T. 2. III. Teleostei, XXXII Bd. p. 367—584 T. 2.
- 1911 Polimanti, O., Über die Asphyxie der Fische an der Luft und ihre postmortale Herz- und Muskeleerregbarkeit. I. Abhandlung. Archiv für Anatomie und Physiologie (Physiologische Abteilung), S. 287—338.
- 1911 Polimanti, O., Über die Ursache und die biologische Bedeutung des Hungers. Naturwissenschaftliche Wochenschrift, N. F., X. Bd., N. 38.
- 1909 Lo Bianco, S., Notizie biologiche riguardanti specialmente il periodo di maturità sessuale degli animali del Golfo di Napoli. Mitteilungen a. d. Zoologischen Studien zu Neapel, XIX. Band 4. Heft, p. 513—762.
- 1908 Piéron, H., Le problème de l'Autotomie. Bull. scientifique de la France et de la Belgique, T. XLII, p. 185—246.
- 1907 Gemelli, A., Fatti ed ipotesi nello studio del sonno. Biologica Vol. I, No. 16, Est. p. 1—29.
- 1906 Lichtenfelt, H., Literatur zur Fischkunde. Bonn, S. I—VIII: S. 140.

- 1906 Issel, R., Sulla termobiosi negli animali aequatici. Ricerche faunistiche e biologiche. Atti della Società Ligustica di Scienze Naturali e Geografiche, Vol. XVII., p. 1—72. 1. Tav.
- 1906 Bethe, A., Die Theorie der Zentrenfunktion. Ergebnisse d. Physiologie, V. Jahrgang, S. 250—288.
- 1905 v. Tschermak, A., Die Physiologie des Gehirns in Nagel's Handbuch der Physiologie, Bd. IV. Artikel „Schlaf“, S. 52—55.
- 1905 Nicard, M., Le sommeil normale au point de vue physiologique, biologique et médico-légale (thèse de méd. de Lyon), Lyon.
- 1905 Claparède, E., Esquisse d'une Théorie biologique du Sommeil. Archives de Psychologie, Tome IV, 1905, p. 245—349.
- 1903 Wundt, W., Grundzüge der physiologischen Psychologie, III, p. 649.
- 1903 Verworn, M., Allgemeine Physiologie. Jena, IV. Aufl.
- 1903 Myers, F. W., Human personality. London.
- 1903 Brunelli, G., Il letargo dei mammiferi e il sonno dei Fakiri. Rivista ital. di Scienze naturali. Vol. XXIII.
- 1902—1903—1905 v. Tschermak, A., Drei optische Monographien. Ergebnisse der Physiologie. Jahrg. 1, Bd. II, S. 695—809. Jahrg. 2, Bd. II, S. 726—798. Jahrg. 4, S. 517—564.
- 1902 Brunelli, G., Fisiogenia del letargo nei mammiferi. Rivista ital. di scienze naturali. Vol. XXII.
- 1901 v. Bunge, Lehrbuch der Physiologie. Leipzig, I Bd.
- 1900 Wilbrand und Sängler, Die Neurologie des Auges, I. Bd.
- 1900 Volkov, Le sommeil hivernal chez les paysans russes. Bull. et mém. de la Soc. d'anthropologie de Paris. Février.
- 1900 Foster, A new standpoint in sleep theories. American Journal of Psychology, XII.
- 1899 Hering, E., Zur Theorie der Nerventätigkeit. Veit & Co., Leipzig.
- 1899 De Sanctis, S., I sogni. Torino.
- 1898 Verworn, M., Beiträge zur Physiologie des Centralnervensystems. I. Band. Jena.
- 1897 Wundt, W., Vorlesungen über die Menschen- und Tierseele. III. Aufl. Hamburg u. Leipzig.
- 1897 Cornish, C. F., Animals at work and play; their activities and emotions, Second edition, London.
- 1896 Verrill, A. E., Nocturnal and diurnal changes in the colours of certain fishes and of the Squid (Loligo) with notes on their sleeping habits. Proceedings of American Morphology Society 30 Dic.
- 1896 Safo, K., Der Schlaf der Insekten. Prometheus, VII. Band, p. 817.
- 1896 Manacéine, M. de, Le sommeil. Paris.
- 1896 Pupin, Le Neurone. Thèse de Paris.
- 1895 Richet, Ch., Article: automatisme in Dict. de Physiologie, p. 951.
- 1895 Hodge a. Aikins, Daily life of a Protozoan. American Journal of Psychology, V.
- 1895 Beer, Der Schlaf der Fische. Neues Wiener Tageblatt, No. 196.
- 1894 Simpson, C. J., The Sleep of mollusks. Popular science monthly, p. 99—104.
- 1892 Goltz, F., Der Hund ohne Großhirn. Pflügers Archiv f. Physiologie, LI. Bd.
- 1892 Brehm's Tierleben. IV. Auflage, Leipzig.
- 1891 Schrader, M. E. G., Die Stellung des Großhirns im Reflexmechanismus. Archiv f. exper. Pathologie und Pharmakologie, XXIX. Bd.
- 1890 Serguéyeff, Physiologie de la veille et du sommeil. Paris, 2 Tomes.
- 1888 Schrader, M. E. G., Zur Physiologie des Vogelgehirns. Pflügers Archiv für Physiologie, XLI. Bd.
- 1888 Hering, E., Zur Theorie der Vorgänge in der lebendigen Substanz. Lotos, Bd. IX.
- 1881 Bertin, article: Sommeil du Dictionnaire encycl. des sc. méd.
- 1880 Hering, E., Über die spezifischen Energien des Nervensystems. Lotos N. F. Bd. I.

- 1878 **Naville, E.**, La question du Sommeil. *Revue scientifique* T. XV.  
1878—1885 **Bernard, Cl.**, Leçons sur les phénomènes de la vie communs  
aux animaux et aux végétaux. T. I., Paris I Ed., II Ed.  
1872—1874 **Hering, E.**, Zur Lehre vom Lichtsinn. *S. B. d. Wiener  
Akad.* Bd. 66, 68, 69, 70, Abt. 3.  
1819 **Rusconi, M.**, Lettera al Dott. G. B. Brocchi. *Giornale di fisica,  
chimica, storia naturale, ecc.* Pavia, Tomo II della 2a decade.  
1759 **Ginanni, Francesco**, Delle malattie del grano in erba, trattato  
storico-fisico. Pesaro.  
1754 **Baker, Heinrich**, Beiträge zu nützlichem und vergnügendem Gebrauch  
und Verbesserung des Microscopii, in zwey Theilen. Aus dem  
Englischen ins Deutsche übersetzt. Augsburg.  
1747 **Needham, T.**, Nouvelles découvertes faites avec le Microscope par  
T. Needham, traduites par A. Trembley. Leide.  
1719 **Leeuwenhoek**, Epistolæ ad societatem regiam anglicam et alios  
illustres viros seu continuatio mirandorum Arcanorum Naturæ  
detectorum. Lugd. Batavorum.  
1664 **Power, Henry**, Experimental philosophy in three books, containing  
new experiments microscopical, mercurial and magnetical.  
London.
-

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Archiv für Naturgeschichte](#)

Jahr/Year: 1912

Band/Volume: [78A\\_7](#)

Autor(en)/Author(s): Polimanti Osvaldo

Artikel/Article: [Studi di fisiologia etologica. III. Sulla filogenesi e sul significato biologico del sonno e di alcuni stati affini. 58-111](#)