

Rep

# MECHÁNICA

DO

# SYSTÈMA SANGUÍNEO

DOS

# VERTEBRADOS

POR

EUSEBIO BARBOSA TAMAGNINI DE MATTOS ENCARNAÇÃO

LICENCIADO EM SCIENCIAS NATURAES

«... une loi statique constate, dans une brève formule, un grand nombre de phénomènes à la fois, mais ne les explique pas; une loi cinématique ne les explique pas davantage, mais elle s'attache à les sérier; la dynamique seule est explicative.»

HOUSSAY, *La forme et la vie.*



COIMBRA

IMPRESA DA UNIVERSIDADE

1904

7  
38  
18  
38



HOMENAGEM  
— DA —  
BIBLIOTECA GERAL DA UNIVERSIDADE  
— — —  
COIMBRA

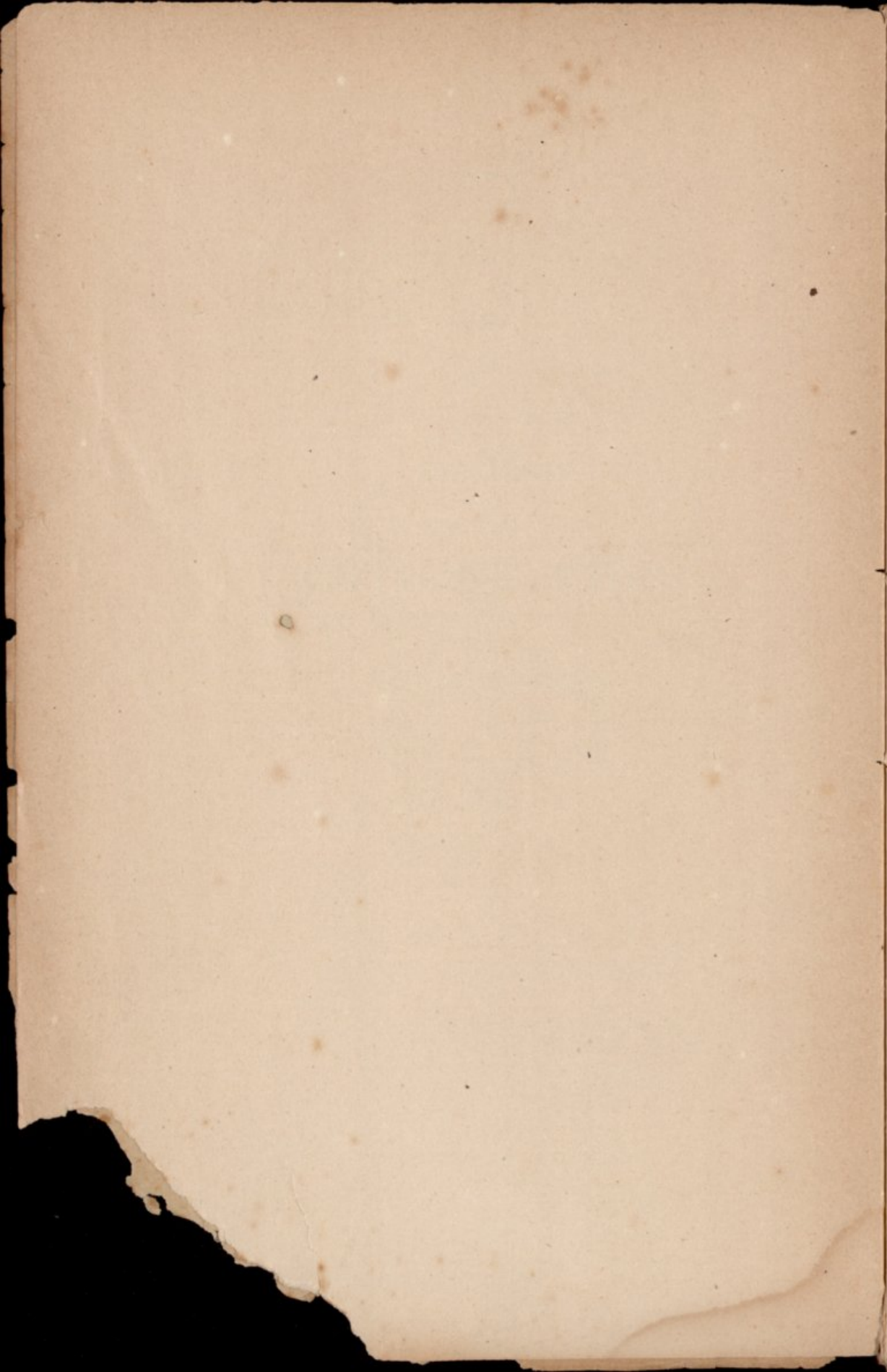
MECHÁNICA  
DO  
SYSTÊMA SANGUÍNEO  
DOS  
VERTEBRADOS

UNIVERSIDADE DE COIMBRA  
Biblioteca Geral



1301088467

617466076



7  
38  
18  
35

# MECHÁNICA

DO

## SYSTÈMA SANGUÍNEO

DOS

### VERTEBRADOS

POR

EUSEBIO BARBOSA TAMAGNINI DE MATTOS ENCARNAÇÃO

LICENCIADO EM SCIENCIAS NATURAES

«.... une loi statique constate, dans une  
brève formule, un grand nombre de phéno-  
mènes à la fois, mais ne les explique pas;  
une loi cinématique ne les explique pas da-  
vantage, mais elle s'attache à les sérier; la  
dynamique seule est explicative.»

HOUSSAY, *La forme et la vie.*

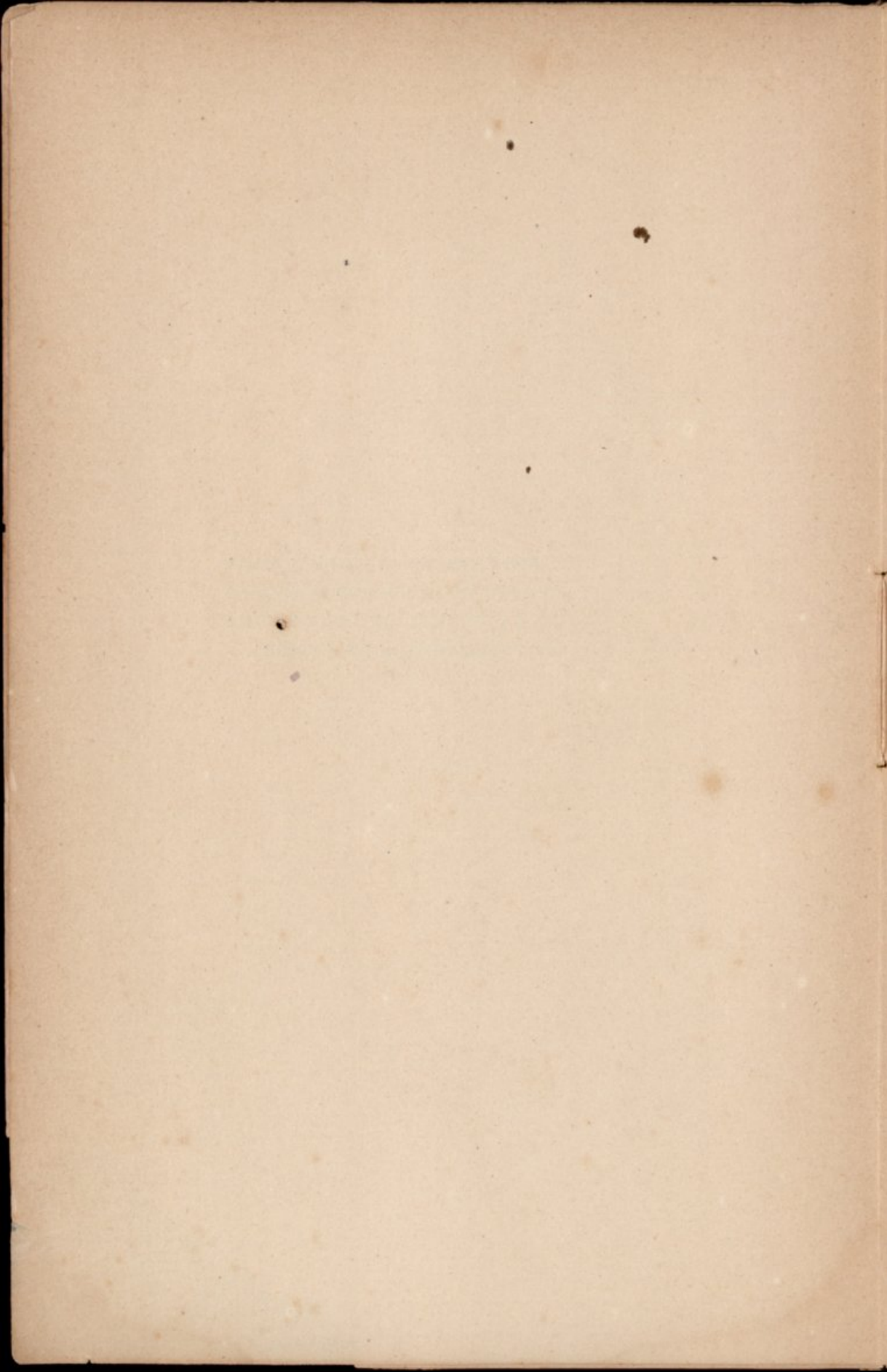


COIMBRA  
IMPRESA DA UNIVERSIDADE  
1904



R. 3081

DISSERTAÇÃO INAUGURAL PARA  
O ACTO DE CONCLUSÕES MAGNAS  
NA FACULDADE DE PHILOSOPHIA  
DA UNIVERSIDADE DE COIMBRA.

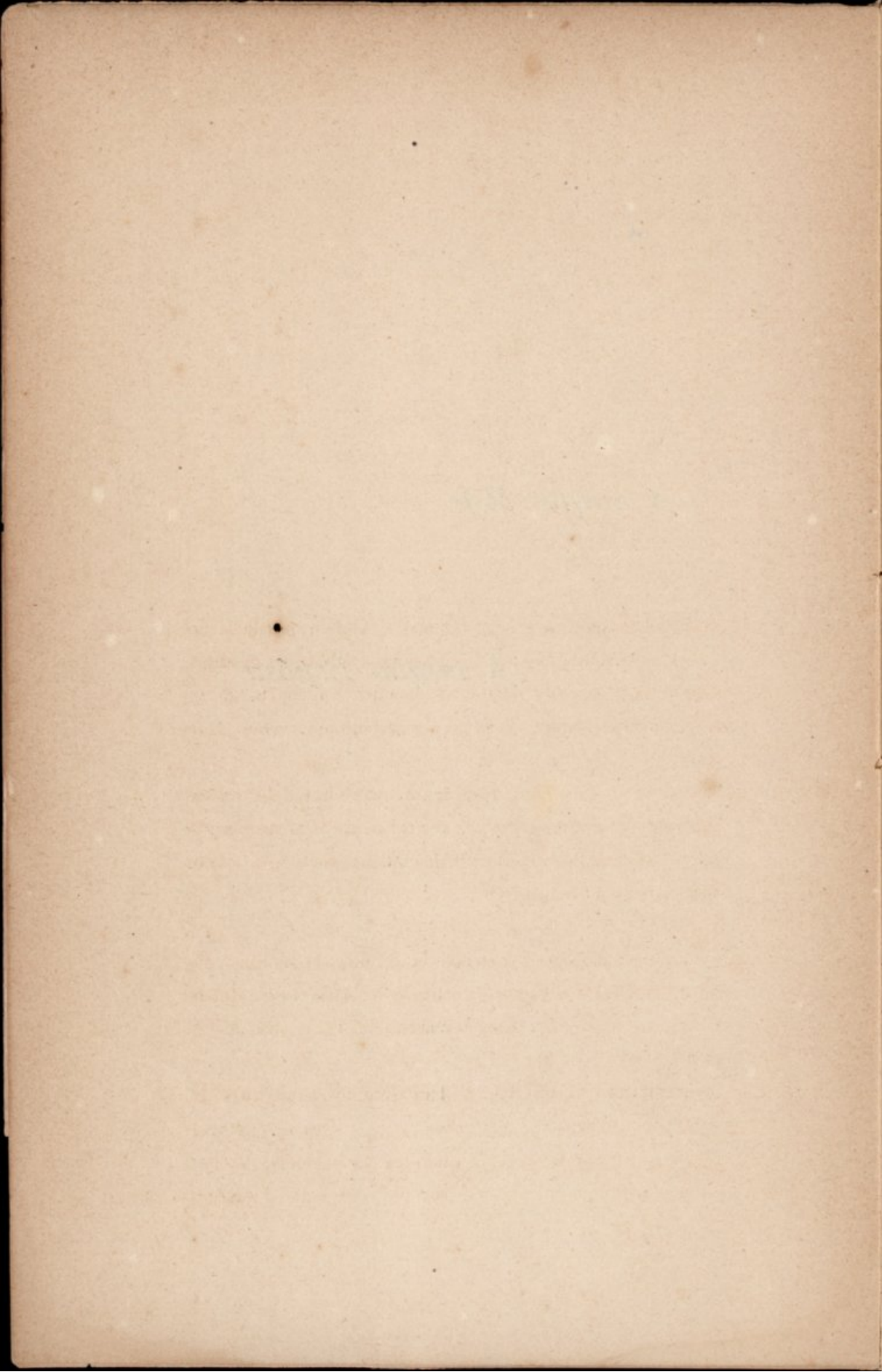




*A minha Mãe*

e

*A minha Espôsa*



## PROLOGO

O trabalho que apresentâmos é uma applicação do méthodo mechânico de HOUSSAY ao estudo do systêma sanguíneo dos vertebrados e repousa em parte sôbre preparações originaes feitas expressamente com este fim.

Tivemos sempre em vista tratar os pontos de interesse theórico resumidamente, mas com a clareza necessaria para que uma separação nítida entre o facto e a hypóthese seja sempre possível.

As preparações dos vasos sanguíneos requerem, em geral, injeções còradas e os livros de *Zootomia* indicam fórmulas, mais ou menos variaveis, para a sua preparação.

As massas de injeção podem agrupar-se em duas categorias: a) *massas solidificaveis a frio*, isto é, misturas de *cêra*, *sêbo*, *gelatina*, ou qualquer outro corpo de facil fusão com uma substancia còrada finamente dividida;

b) *misturas coradas*, mais ou menos fluidas, *susceptiveis de solidificar independentemente da temperatura*.

É evidente que no caso de empregarmos massas solidificaveis a frio, se torna necessario o aquecimento prévio das preparações, a uma temperatura tal que a massa se conserve fluida durante a injeção.

Alguns auctores exaltam extraordinariamente as qualidades destas massas de injeção, mas na realidade, além dos numerosos contratempos a que estão sujeitas as preparações (*coção* determinada pela alta temperatura a que muitas vezes é necessario elevar o banho — 45°, 50° e mesmo 60° C.; *aquecimento irregular* das differentes regiões, etc.), sam duma manipulação difficil.

Á segunda classe de massas de injeção pertence a de TEICHMANN (1) (cinnábrio 1 gr., carbonato de cálcio 5 gr.

---

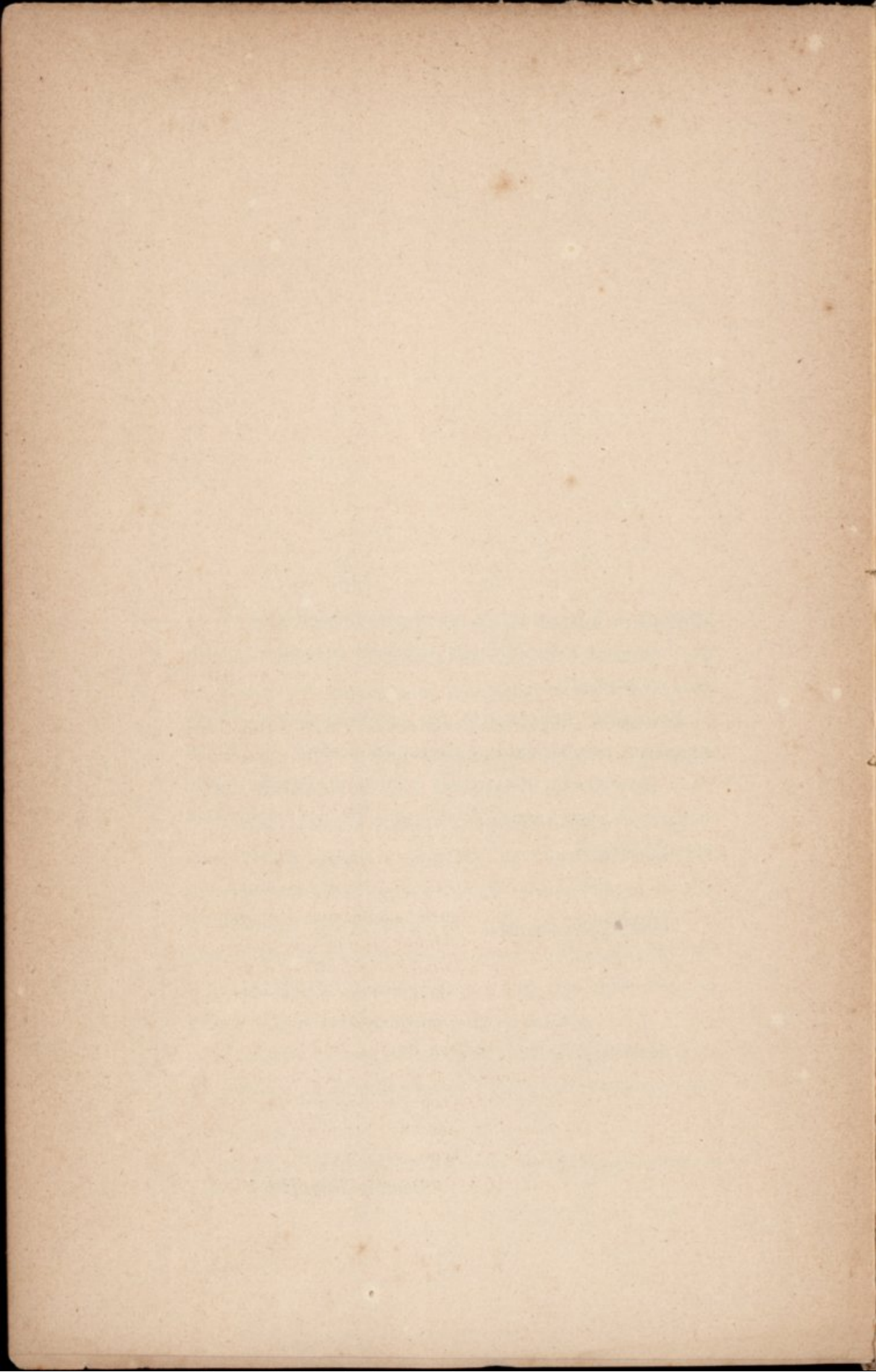
(1) DR. SOUSA REFOIOS, *Relatorio duma viagem ao estrangeiro*.

sulfureto de carbono 0,75 c. c. e óleo de linhaça 0,9 a 1 c. c.) que é usada no laboratório de *Anatomia Normal* da Faculdade de Medicina.

Foi desta fórmula que nos servimos, porém fomos obrigados, nalguns casos, a alterar um pouco a sua composição quantitativa. Esta massa é duma penetração extraordinaria e dum manejo facil, o que a torna duplamente recommendavel.

Coimbra, junho de 1904.

*Eusebio Tamagnini.*



## INTRODUCCÃO

---

Nos animaes, a *forma*, a *côr* e em geral todas as qualidades que nos é dado exprimir com precisão, sam *variaveis*, e, à *primeira vista*, apenas as que constituem a sua *animalidade*, e que não sabemos definir, parecem constantes.

Contudo, se attentarmos num conjuncto de animaes tomados arbitrariamente, — por exemplo, um cavallo, um peixe, um corál, — reconhece-se immediatamente que aúnda ha *graus* na *animalidade*.

Mas os animaes reproduzem-se e os filhos sam semelhantes aos paes, donde poderíamos inferir que, «se a *forma* é variavel, pelo menos *uma* forma é fixa e transmissivel». Puro engano. Esta maneira de nos exprimirmos é incompleta e incorrecta, porquanto fizemos abstracção do *tempo*. Um láparo differe da sua mãe pelo menos no que respeita às dimensões e sòmente pouco a pouco, dia a dia, se lhe assemelha progressivamente. Por consequencia, o factò da semelhança entre paes e filhos deve ser expresso pela seguinte fórmula: *pouco a pouco, à medida que o tempo cresce, os animaes novos por trans-*

*tomações contínuas terminam por assemelhar-se a seus paes.*

É pois ainda uma noção de variação, em lugar de fixidez, que nós assim obtemos, variação que é contínua e *função do tempo*.

Este facto não é uma particularidade excepcional; sigamos passo a passo a evolução ontogénica dum rã e veremos variar dum modo contínuo não só as dimensões, mas ainda a forma; observemos as *metabolias* dum insecto, por exemplo, do *Papilio Machao*, e veremos que a lagarta saída do *ovo* cresce dum modo contínuo, variando em *função do tempo*, de forma, de tamanho e de côr, para depois, ainda em *função do tempo*, embora dum modo descontínuo, modificar inteiramente a sua forma.

O mesmo tem lugar em todos os outros animaes, com a differença porém que estas modificações nem sempre sam igualmente visíveis. Póde-se, pois, affirmar como uma lei geral, que: todos os animaes adquirem a forma sob a qual vulgarmente sam conhecidos, por uma série de transformações, contínuas em geral, algumas vezes descontínuas, cuja successão é sempre determinada e cuja apparição é uma *função definida do tempo*. (1)

Por outro lado, a Paleontologia ensina-nos que: — «Se a forma dum animal é *função do tempo*, as formas dos animaes sam também *função do tempo*». (2).

Serve de exemplo a série de *Paludinos* achapos nas camadas de agua doce da Slavonia, ligando a espécie *P. Neumayri*, à espécie *P. Hørnesi*. É também o caso da successão, na série dos estratos, das differentes formas de passagem, ligando o membro *monodáctylo* do cavallo actual com o membro *polydáctylo* do seu antepassado mais remoto, o *Hyracotherium*. Essas formas sam pela ordem da sua antiguidade: *Hyracotherium*, *Mesohippus*, *Anchitherium*, *Hipparion*, *Pliohippus* e *Equus* (cavallo).

---

(1) HOUSSAY, *La forme et la vie*, pag. 5.

(2) HOUSSAY, ob. cit., pag. 5.



Como estes, podíamos apresentar muitos outros exemplos.

Se a forma dum animal é função do tempo, e se além disso as formas dos diversos animaes sam também função do tempo, é lógico perguntar se essas duas funções sam independentes, ou ligadas de qualquer maneira entre si. Veremos que sam uma e a mesma função.

É o problema commumente conhecido por lei de SERRES, lei de HAECKEL, lei de FRITZ-MÜLLER, cujos diferentes enunciados não sam porém absolutamente equivalentes.

Até aqui temós considerado as qualidades dos seres vivos, e em especial a forma, simplesmente como função do tempo. Na realidade não é assim, e devemos entrar em linha de conta com outras variaveis.

Assim, por exemplo, um gyrino proveniente duma postura *serôdia* atravessa todo o inverno até à primavera seguinte sem adquirir o estado adulto. Manifesta assim, sob a influencia duma mudança de temperatura, uma paragem na successão dos estados, que na maioria dos casos parecem sempre regularmente desenrolados no mesmo tempo.

É que, além do tempo, a successão das formas é também função de numerosos outros factores. O que succede porém é que as variações das formas correlativas das variações destes factores nem sempre sam tam evidentes como no caso considerado.

Em sciencias naturaes, admite-se hoje, sem discussão, aquillo que se chama *theoria da evolução* e que se póde enunciar do seguinte modo:

*As formas actuaes descendem doutras de organização mais simples, que existiram em epochas geologicas anteriores e que com o auxilio de factores determinados se fôram successivamente complicando.*

Nesta hypóthese, é facil vêr que a variação apparece como um movimento effectuado pela forma, e o conjuncto das formas representa um espaço percorrido.

Se portanto a história das variações organicas é um

movimento, podemos estudá-la mechanicamente e apreciar os phenómenos naturaes sob os tres pontos de vista essenciaes da mechânica.

Temos pois em Biologia uma Estática, uma Cinemática e uma Dinâmica :

A *Bioestática*, estudando as propriedades dos seres vivos, em si mesmas, independentemente do tempo ;

A *Biocinemática*, estudando em função do tempo a variação nas propriedades dos seres vivos, considerada como um movimento ;

A *Biodinâmica*, estudando as variações, ainda em função do tempo, mas complicando o movimento pela concorrência dos factores biológicos, physicos e chymicos, causas das variações.

Este modo de ver e considerar os phenómenos biológicos é sôbretudo interessante por permittir estudar e agrupar as differentes *theorias geraes* da Biologia dum modo absolutamente differente do usado até hoje, apresentando-as como gradações successivas dum mesmo progresso lógico do pensamento humano, sem contudo se succederem chronologicamente (1).

Visto que a história das formas animaes e das suas variações é uma Mechânica, todos os *pensadores* de todos os tempos e de todos os países, consciente ou inconscientemente, devem ter estudado as qualidades dos seres vivos como uma *Estática*, como uma *Cinemática* ou como uma *Dinâmica*, e todas as *theorias geraes* terão necessariamente de pertencer a qualquer destas divisões.

Ao método estático sam devidas as *theorias* de CUVIER, AGASSIZ, a pangénese de DARWIN, a *theoria* dos determinantes de WEISSMAM.

As *theorias geraes* cinemáticas sam as de E. GEOFFROY SAINT-HILAIRE, SERRES, FRITZ-MÜLLER, e HAECKEL, e as de todos os evolucionistas modernos.

---

(1) Destas *theorias* definiremos apenas as Dinâmicas, por serem as únicas que no estado actual dos nossos conhecimentos alguma coisa permittem explicar.

As theorias dynâmicas pertencem a da selecção de DARWIN, a de LAMARCK e a de YVES DELAGE.

DARWIN admite para os seres vivos duas propriedades fundamentaes: variabilidade e hereditariedade; DELAGE considera a variabilidade como effeito das causas actuaes e nega a hereditariedade; LAMARCK explica a variação e admite a hereditariedade como um dado.

Qualquer destas theorias é incompleta, por usar de abstracções que não podem ter logar em dynâmica.

A de DARWIN, na sua explicação pela selecção, isola os seres vivos no *cosmos*, fallando só muito vagamente das acções do meio ambiente.

DELAGE, querendo explicar todos os phenómenos pelo jôgo de causas actuaes, suprime a consideração do tempo e despreza os effeitos sempre duradouros das causas passadas.

As ideias de LAMARCK, podem segundo HOUSSAY (1) adaptando-as à técnica scientifica moderna, ser admitidas e restauradas.

HOUSSAY, cujas ideias sam admissiveis, faz repousar a sua theoria sobre a seguinte hypóthese: — *As acções do meio são fôrças constantes e por consequencia a evolução que ellas determinam normalmente, deve ser proporcional ao quadrado dos tempos; e as acções do meio consideradas como fôrças, devem, quando supprimidas, deixar impulsões.*

A hereditariedade não é mais que o resultado das impulsões deixadas por fôrças supprimidas, se essas impulsões não sam aniquiladas por um attrito.

Estes attritos existem necessariamente, porque as acções do meio produzem effeitos finitos; e existem nas relações *necessárias* dos orgãos que variam sob a influencia duma certa causa com os que não variam sob a mesma influencia.

Deste modo ha sempre que distinguir dois casos:

1) Supressão duma fôrça que produziu uma adapta-

---

(1) *Année biologique*, VI, pag. 551.

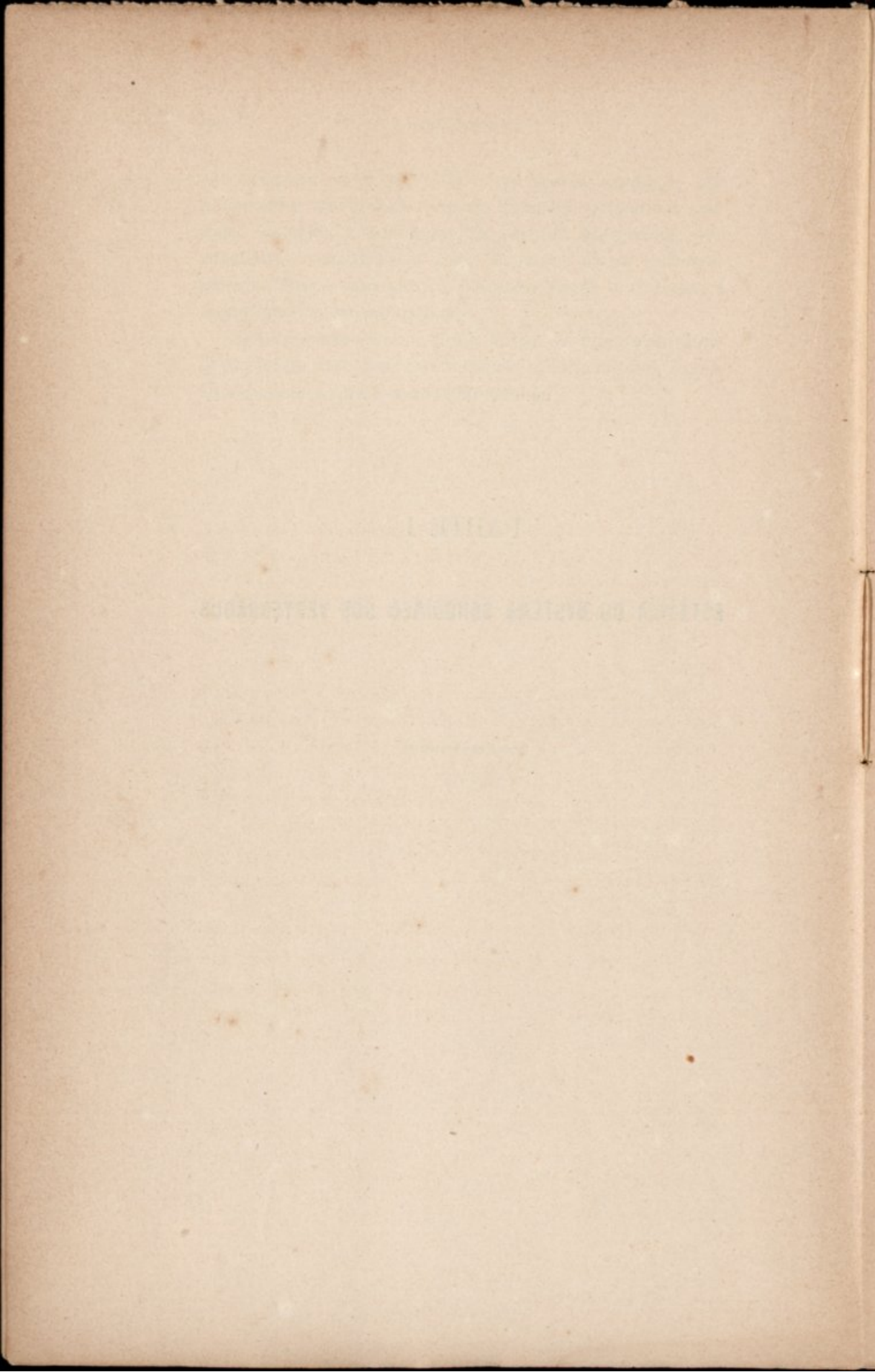
ção completa ao meio; o ser vivo nestas condições não póde *variar* sob a *influencia* do meio. Se portanto a condição exterior a que o ser se adaptou desaparece, não subsistirám impulsões e o ser ou *morre* ou se *metamorphoseia*. Neste caso não ha *hereditariedade* e só temos a considerar as *causas actuaes*.

2) Supressão duma fôrça antes da adaptação completa. Neste caso fica uma impulsão que se conserva indefinidamente e que é a *hereditariedade*.

---

PARTE I

ESTÁTICA DO SYSTEMA SANGUÍNEO DOS VERTEBRADOS



## CAPITULO I

### Noções geraes

O método estático é o mais abstracto de todos os métodos que possuímos para estudar e conhecer os fenómenos naturaes.

A primeira das abstrações, que se torna necessario effectuar para estudarmos estáticamente os organismos, consiste em isolá-los do *cosmos*.

Sob o ponto de vista estático, não nos incumbe saber se o resto do cosmos exerce alguma acção sobre qualquer forma orgânica, ou se dalgum modo contribue para a determinar. (1)

Em estática, abstrae-se do tempo e por esse motivo não temos senão a considerar as formas adultas. (2)

A noção de espécie é a mais essencial e indispensavel em estática e precisamos saber por que abstrações chegamos à sua concepção.

Adquirida a noção de individuo, reconhecemos que existem semelhanças e differenças entre os diversos individuos, e pelo valor relativo destas differenças e semelhanças agrupâmo-los em espécies.

---

(1) HOUSSAY, ob. cit., pag. 18.

(2) É este em geral o método de CUVIER: — les êtres vivants «sont continuellement sous nos yeux et tels que l'esprit n'a aucune conjecture à former sur leur état précédent.»

O critério que nos permite julgar da importancia e valor relativo das differentes qualidades reside na sua variabilidade. Dêste modo, a noção de espécie resulta da abstracção de tudo que é particular, accidental e individual.

Tem-se muitas vezes tentado definir a espécie por um caracter que pareça mais objectivo, para se escapar ao *arbitrario* do que podêmos considerar estavel e não estavel, e tem-se definido um *conjuncto de seres susceptiveis de se reproduzirem entre si*.

Não discutirêmos esta definição. Qualquer que seja porém a adoptada, o que é importante é que sempre se considera *a forma como immovel e em equilibrio*.

\*

Nem todos os phenómenos sam susceptiveis de ser estudados dum modo estático; entre as manifestações da vida que melhor se prestam a este método de investigação, citamos: as qualidades de forma (*morphologia*), as de estructura (*histologia*) e os phenómenos que constituem o que se chama função dos seres (*physiologia*).

Os processos de que se serve a estática para estudar os objectos a que o seu método é applicavel sam: a *descripção*, a *comparação* e a *classificação*.

A descripção scientifica corresponde a uma análise e consiste portanto em reduzir qualidades a quantidades. Também recáe sômente sôbre aquelles caracteres que sam susceptiveis de ser avaliados em números ou grandezas. Temos assim a zoologia descriptiva, a anatomia descriptiva, a histologia descriptiva e a physiologia descriptiva.

A comparação estática estabelece uma certa paridade entre o valor das semelhanças e differenças. Separando as primeiras, constitue grupos de phenómenos ou de objectos, e evidenciando as segundas, cria descontinuidades entre os grupos.



É deste duplo esforço que saem as classificações estáticas.

As comparações podem effectuar-se sobre qualidades da forma (anatomia comparada), de estrutura (histologia comparada) ou de funcções (physiologia comparada).

A classificação consiste em formar grupos pelas semelhanças e separá-los pelas differenças, attendendo porém a todos os caracteres; é neste princípio da *subordinação* dos caracteres que se funda o *méthodo natural*.

E visto que o critério recommendado é a constancia para estabelecer a importancia, e a variabilidade para julgar da pouca importancia, o *méthodo natural* é sem dúvida um método estático, pela natureza das abstrações a que obriga.

A applicação do método estático a certas categorias de phenómenos pôde levar a erros por nem sempre se attender ao seu duplo caracter abstracto e subjectivo.

\*

*Caracteres geraes dos vertebrados.* — Os vertebrados sam caracterizados pela existencia de um *encéphalo* e de uma *corda dorsal* situada entre o systêma nervoso e o tubo digestivo.

Em todos os vertebrados existe um systêma de canaes, onde circula um líquido particular, córado de vermelho, chamado sangue: esse systêma constitue o seu aparelho sanguíneo.

Como todos os systêmas, o sanguíneo está sujeito a variações innúmeras, e por consequencia uma descripção, que pretendesse abranger todos os vertebrados, seria impossivel de realizar. É contudo possivel, se nos limitarmos a noções geraes, dar uma ideia sufficientemente precisa do typo fundamental do systêma sanguíneo dos vertebrados.

Nestas condições, pôde dizer-se que o systema sanguíneo dos vertebrados é constituído por varios conductos

longitudinaes, isto é, dispostos parallelamente á maior das dimensões do animal, e podêmos sempre distinguir :

I. — *Um conducto antineural*, recebendo variados nomes, conforme a região do organismo que se considera: *veia porta, vasos do fígado, veia supra-hepática, veia cava, coração.*

O coração é muito variavel na série dos vertebrados, mas dum modo geral consiste numa vesícula de parêdes musculares espessas, susceptivel de dilatações e contracções rythmicas, destinadas a imprimir movimento ao líquido sanguíneo, pondo-o em circulação por todo o organismo.

A cavidade interna do coração é em geral dividida mais ou menos completamente por *septos*, em outras cavidades: — as *aurículas*, onde desembocam os vasos (veias) que conduzem o sangue das differentes partes do organismo; e os *ventrículos*, donde partem os vasos (arterias) que o levam às differentes regiões do mesmo organismo.

Note-se, porém, que os termos arterias e veias, ventrículos e aurículas; nada indicam àcerca da natureza do sangue que nelles circula, mas simples e unicamente o sentido da corrente sanguínea; nas veias a circulação é *centrípeta*, e dirige-se para as aurículas, nas arterias é *centrífuga* e parte dos ventrículos.

II. — *Um conducto paraneural*, cujas differentes partes têm respectivamente os nomes de *aorta* e *carótida*.

Os conductos antineural e paraneural sam ligados entre si, por um ou varios ramos que cruzam o *tubo digestivo*: sam as *crossas aórticas*.

III. — Um systêma de canaes longitudinaes, as *veias cardiaes superiores e inferiores*, reunindo-se ao vaso *antineural* por intermédio do denominado *canal de Cuvier*; ao systêma cardial junta-se um tronco volumoso que caminha ao longo do fígado ou o atravessa sem se ramificar e se reúne ao vaso antineural entre a veia suprahepática

e a veia cava. Este vaso é a porção abdominal da *veia cava inferior*.

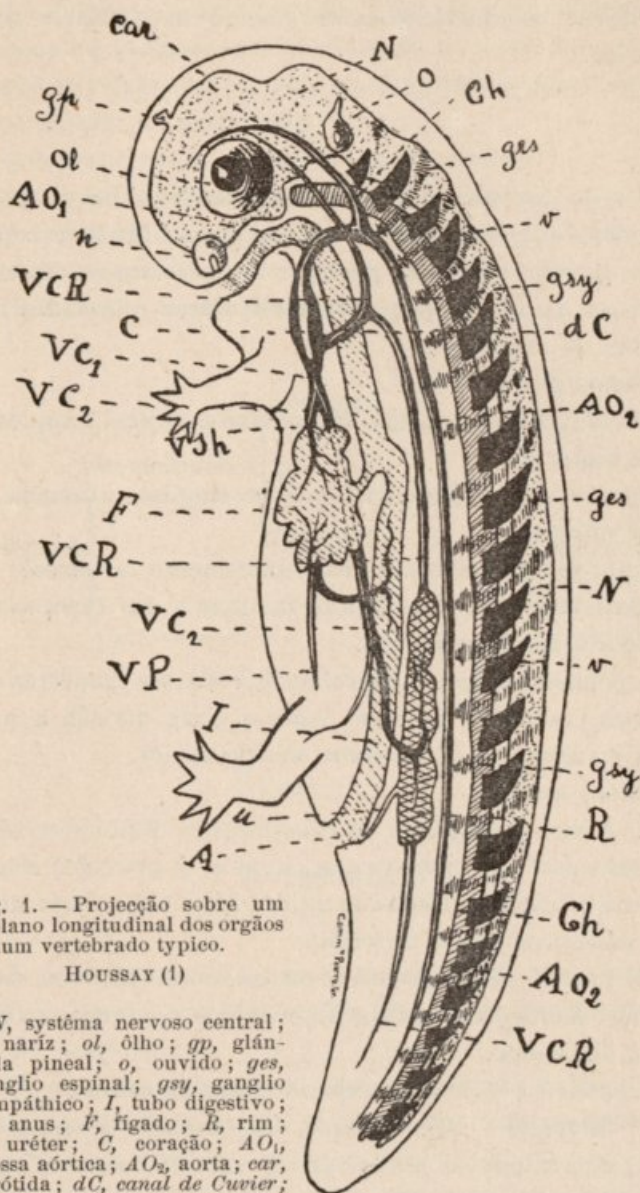


Fig. 1. — Projecção sobre um plano longitudinal dos órgãos dum vertebrado typico.

HOUSSAY (1)

*N*, systéma nervoso central; *n*, nariz; *ol*, olho; *gp*, glândula pineal; *o*, ouvido; *ges*, ganglio espinal; *gsy*, ganglio sympático; *I*, tubo digestivo; *A*, anus; *F*, fígado; *R*, rim; *u*, uréter; *C*, coração; *AO1*, crossa aórtica; *AO2*, aorta; *car*, carótida; *dC*, canal de Cuvier; *VCR*, veia cardíal superior ou inferior; *VP*, veia porta; *VSK*, veia supra-hepática; *VC1*, secção anti-neural da veia cava inferior; *VC2*, secção abdominal da veia cava inferior; *Ch*, corda dorsal; *v*, peça vertebral.

(1) Exceptuando os casos em que sam reproduções de desenhos ori-

Nas suas terminações todos estes troncos se resolvem em canalículos microscópicos, os *capillares*, que estabelecem novas communicações de grande importancia physiológica.

\*

O typo dos vertebrados comprehende varias classes e o critério que em geral se adopta para effectuar a primeira divisão, reside na *presença* ou na *ausencia* de arcos visceraes, isto é, de peças appendiculares collocadas por debaixo do crânio.

Temos pois:

*Gnathóstomos* — Esquelêto interno em geral complexo; arcos visceraes.

*Cyclóstomos* — Esquelêto interno simples; ausencia de arcos visceraes.

Esta secção comprehende unicamente a classe do mesmo nome, com duas únicas familias a dos *Petromizionídios* e a dos *Myseinídios*.

A primeira secção comprehende 9 classes dispostas em 2 séries, servindo de base para a nova divisão a presença ou ausencia de annexos embryonarios.

Temos assim:

1.<sup>a</sup> Série — *Amniotas* ou *allantoidêos*. Embryões sempre cercados por membranas, âmniós, e providos duma vesícula allantoide destinada a permittir-lhes a respiração ou a assegurar-lhes a nutrição.

2.<sup>a</sup> Série — *Ichthyopsídios* ou *anallantoidêos* ou *anamniotas*. Embryões sempre desprovidos de annexos, âmniós e allantoide.

A primeira série comprehende duas subséries.

1.<sup>a</sup> Subsérie — *Mammíferos*. Tegumentos cobertos de pêlos; dois cóndylos no occipital; uma só crossa aórtica esquerda; um corpo calloso no encéphalo.

---

ginaes, as gravuras do presente livro, seram sempre acompanhadas da indicação do auctor ou do livro donde forem copiadas.

Comprende uma só classe designada pelo mesmo nome.

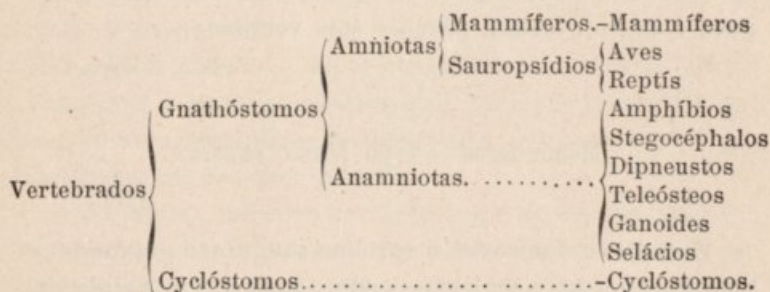
2.<sup>a</sup> Subsérie — *Sauropsídios*. Tegumentos cobertos de escamas ou pennas; um só côndylo no occipital; varias crossas aórticas, ou só uma, e neste caso *direita*; falta de corpo calloso no encéphalo.

Comprende duas classes: *aves* e *reptis*.

A segunda série comprehende 6 classes:

*Amphíbios*, *Stegocéphalos* (todos fosseis), *Dipneustos*, *Teleósteos*, *Ganoides* e *Selácios*.

Resumindo, temos portanto:



## CAPITULO II

### Morphologia

A primeira questão que se apresenta ao nosso espirito consiste em determinar qual a ordem por que faremos o estudo das formas.

Os animaes apresentam graus variaveis de complexidade, e podemos portanto ou partir dos mais complicados para os mais simples, — é o methodo de CUVIER; ou então começar o estudo pelas formas inferiores para bem comprehendermos as mais complexas, — é o methodo lógico, o de LAMARCK.

Mas em estática, visto que tratâmos simplesmente de

conhecer as qualidades dos seres vivos sem nos importarmos com a sua explicação, poderemos perfeitamente usar o processo prático de CUVIER, caminhando do mais conhecido para o menos, e teremos simplificado muitas vezes o nosso trabalho.

Por outro lado, em morphologia estática, como não temos de nos occupar das relações dos organismos com o meio cósmico, teremos de usar dum artifício que nos permita fazer as descrições sem nos referirmos ao *dorso*, *ventre*, etc.

Nas nossas descrições, portanto, suporemos sempre os animaes collocados de modo tal que, a cabeça estando para cima, o systema nervoso seja vertical.

#### Mamíferos — Typo *Homo sapiens*

É costume descrever o systema sanguíneo guiando-nos pelo sentido da circulação desde o coração á periphèria, para voltar da periphèria ao coração, isto é, obedecendo a considerações de ordem puramente physiologica. Porém, como temos sempre em vista nas nossas descrições mostrar *quanto* em cada caso a disposição dos differentes vasos differe do typo fundamental que descrevemos, convem-nos seguir outro processo.

I. Systema antineural. — Os capillares intestinaes, ligando-se e anastomosando-se entre si, dam origem às *veias grande e pequena mesentéricas*, que, junctando-se com as *veias esplénicas* e *estomacae*, provenientes respectivamente do *baço* e do *estômago*, se dirigem para o *figado*.

Ahi, decompõem-se numa rêde de canalículos, de cuja reunião resultam as veias supra-hepáticas, que se prolongam até à aurícula direita por um *vaso grosso*, a *veia cava inferior*.

O coração é tambem uma porção do vaso antineural, o qual se prolonga ainda um pouco mais por intermedio

da *aorta ascendente* e da *arteria pulmonar*, destinada a conduzir o sangue aos pulmões.

O coração dos mammíferos é dividido por um septo vertical em duas metades, uma direita e outra esquerda; e cada uma destas partes é ainda dividida por um septo horizontal em dois lóculos, um superior — aurícula, e outro inferior — ventrículo.

As aurículas communicam com os ventrículos correspondentes por orifícios munidos de válvulas, mas são independentes.

A válvula do orifício aurículo-ventricular esquerdo (*mitral*) é constituída por duas *valvas*, ao passo que a do direito é *tricúspida*.

*Aurícula direita.* — Na aurícula direita termina, como sabemos, a veia cava inferior, por um orifício munido de uma válvula semi-lunar insufficiente. O orifício da veia cava superior não tem válvula.

Além destes encontra-se ainda nesta aurícula o orifício da *veia coronaria*, situado um pouco para dentro do da veia cava inferior e igualmente provido de uma válvula insufficiente — a válvula de *Thebesius*.

*Aurícula esquerda.* — As suas parêdes são mais espessas que as da aurícula direita, e na sua cavidade desembocam as quatro veias pulmonares, por orifícios sem válvulas.

O septo interauricular é normalmente completo, mas apresenta uma depressão (*fossa oval*), circumscripta por um anel muscular, (*anel de Vieussens*), no fundo da qual muitas vezes existe um *furo* que põe em comunicação as aurículas. São os restos do *buraco de Botal* do feto.

*Ventrículo direito.* — O ventrículo direito dispõe-se em torno do esquerdo em semi-círculo e a sua superfície é proximamente  $\frac{3}{4}$  da superfície total do coração.

A arteria pulmonar communicam com a cavidade ventricular por um orifício munido de três *válvulas sigmoides*, uma posterior e duas antero-lateraes.

*Ventrículo esquerdo.* — Pequeno, de forma cônica e base superior, tem a sua cavidade obstruída por nume-

rosas trabéculas musculares, cujo fim é reforçar as paredes já de si bastante espessas.

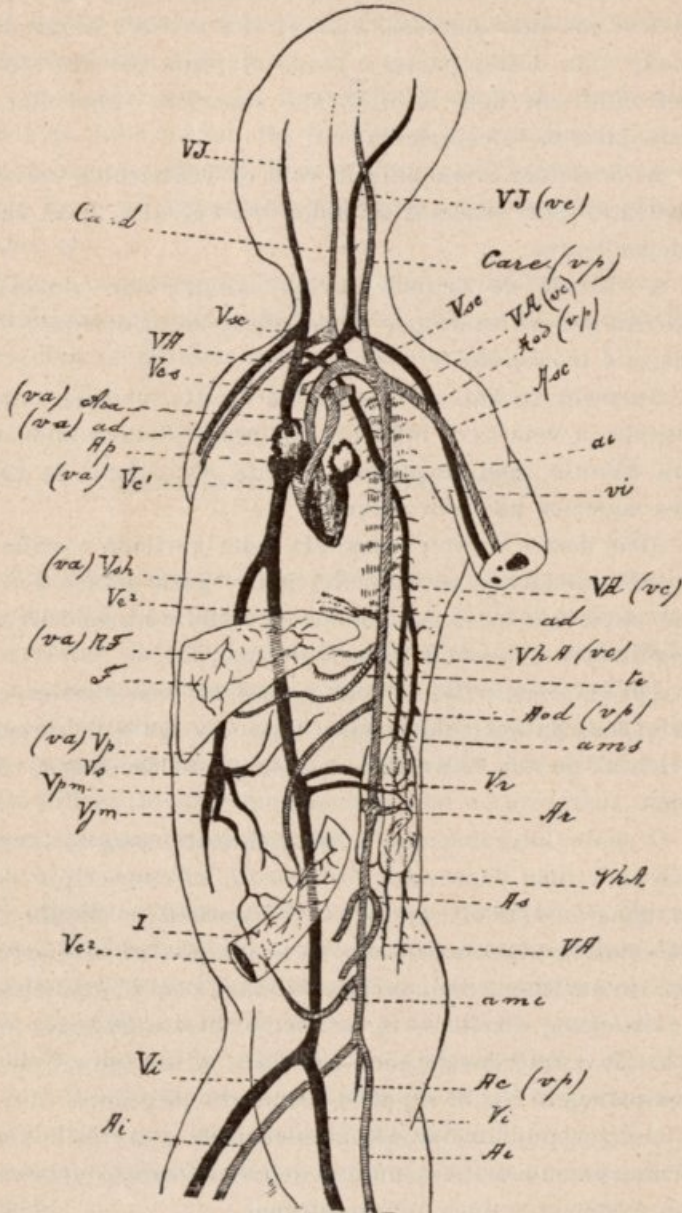


Fig. 2. Apparelio circulatorio do homem. (Houssay).

*I*, intestino; *F*, figado; *va*, vaso antineural; *VP*, veia porta; *vpm*, veia grande mesentérica; *vpm*, veia pequena mesentérica; *vs*, veia esplênica e



estomacal; *RF*, rède do figado; *Vsh*, veia supra-hepática; *VC<sup>i</sup>*, secção antineural da veia cava inferior; *Ap*, arteria pulmonar; *ad*, aurícula direita; *Aoa*, aorta ascendente; *vp*, vaso paraneural; *care*, carótida esquerda; *card*, carótida direita; *Aod*, aorta descendente; *ASC*, arteria sub-clávia; *ai*, arterias intercostaes; *vi*, veias intercostaes; *ad*, arteria diafragmática; *te*, tronco coeliaco; *ams*, arteria mesentérica superior; *AR*, arteria renal; *AS*, arteria espermática; *ami*, arteria mesentérica inferior; *AC*, arteria caudal; *Ai*, arteria iliaca; *vc*, vaso cardial; *VJ*, veia jugular interna; *VCS*, veia cava superior; *VSC*, veia sub-clávia; *VA*, veia grande ázigos; *VhA*, veia hemi-ázigos; *VC<sup>s</sup>*, secção abdominal da veia cava inferior; *VR*, veia renal; *VI*, veia iliaca.

Delle parte a *aorta*, destinada a distribuir pelo organismo o sangue arterial; o orificio aórtico, é tapado por três válvulas sigmoides que impedem o refluxo do sangue para o ventrículo.

O septo interventricular é muito espesso, porém um pouco por debaixo das válvulas sigmoides aórticas existe uma depressão, a *fosseta subsigmoide*, onde muitas vezes ha um orificio, o *foramen de Panizza*.

II. Systêma paraneural. — O *vaso paraneural*, ligado ao antineural pela *crossa aórtica*, acompanha a columna vertebral em todo o seu comprimento; umas vezes é *simples*, outras *duplo*. É simples na parte do corpo que corresponde ao thorax e ao abdomen; é duplo na região do pescôço e da cabeça, onde é representado pelas carótidas internas.

O *vaso paraneural* fornece na porção terminal do seu trajecto as arterias ilíacas para os membros inferiores; na parte mais superior dá as *sub-clávias* para os membros superiores.

O modo como as sub-clávias se destacam da crossa aórtica é muito variavel. Pode contudo dizer-se que no homem normalmente se encontra: a) um tronco *brachiocephálico* direito, que immediatamente se resolve na *carótida primitiva* e na *sub-clávia* direitas; b) a *carótida primitiva* esquerda; c) a *sub-clávia* esquerda. Note-se que porém sam vulgares disposições muito differentes desta, podendo o numero de arterias, que partem da crossa, variar de *uma a seis*.

No caso duma só arteria, verdadeira aorta ascendente, as carótidas primitivas e as sub-clávias destacam-se successivamente della.

No caso de duas arterias, sam: ou dois troncos brâchio-cephâlicos fornecendo cada um uma carótida e uma sub-clávia; ou um tronco unico brâchio-cephâlico que fornece as duas carótidas e uma sub-clávia, a outra nascendo directamente da crossa.

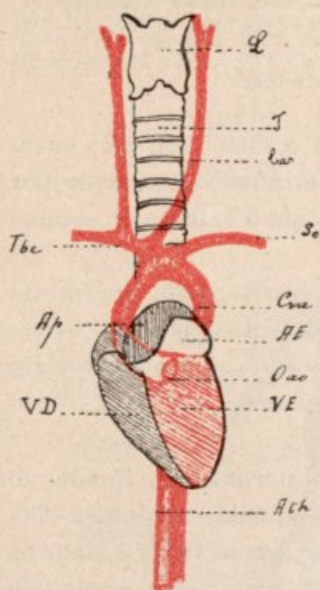


Fig. 3. — Coração e crossa aórtica do coelho. (BOUTAN).

L, larynge; T, trachêa; Car, carótida commum; Sc, arteria sub-clávia; Tbc, tronco brâchio-cephâlico; Crn, crossa aórtica; Ap, arteria pulmonar; AE, auricula esquerda; Oao, origem da aorta (vista por transparencia); VE, ventrículo esquerdo; VD, ventrículo direito; Ath, aorta thoráica

Nos casos de três arterias pode existir um tronco *inominado* (duas carótidas e uma sub-clávia), uma sub-clávia e uma vertebral; duas sub-clávias e um tronco commum para as carótidas; ou ainda um tronco brâchio-cephâlico esquerdo e uma carótida e sub-clávia direitas.

Quando ha quatro arterias, pode succeder: ou que uma arteria que em condições normaes provém doutro tronco, se venha implantar na crossa (a tyroidêa, a mammária interna e outras); ou que não existam troncos brâchio-cephâlicos.

Nos casos de cinco arterias ha sempre a junção à crossa de alguma arteria extraordinaria, uma vertebral ou tyroí-dêa, e o mesmo *tem logar para o caso de seis arterias*.

Do mesmo modo que no homem, na série dos mammi-feros a posição dos differentes ramos que partem da crossa, está longe de ser fixa, mas é sempre possivel encontrar normalmente na escala animal aquellas anomalias.

É assim que o caso duma *só arteria* existe normalmente no cavallo; o *tronco inominado* em varios macacos; o duplo tronco brâchio-cephâlico nalguns morcêgos e na toupeira; o caso das quatro arterias nos cetáceos; o

tronco commum para as duas carótidas primitivas em algumas aves e no elephante, etc.

Estes factos têm bastante importancia philosophica, e nós veremos a seu tempo qual a interpretação que se lhes deve dar (1).

Entre os pontos de partida das que se destinam aos membros, o tronco paraneural dá origem a varias outras arterias, que irrigam quer as parêdes do corpo, quer as visceras. Entre estas, citaremos como mais importantes: na aorta thoracica, as *bronchicas*, *esophágicas*, *mediastinas* e as *intercostaes aórticas*; na aorta abdominal, as *diafra-*

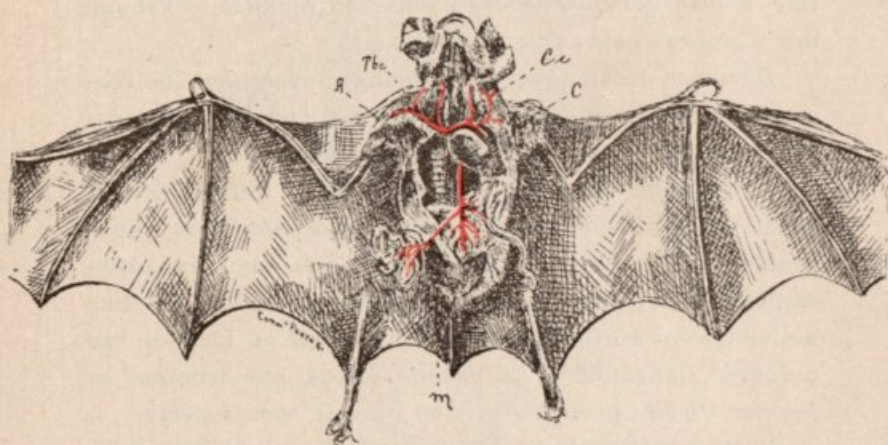


Fig. 4 — Principaes troncos arteriaes dum morcêgo. *Plecotus auritus*.

C, coração; Ci, carótida interna; Tbc, tronco brâchio-cephálico; A, aorta descendente; m, arteria mesentérica.

*gmáticas inferiores*, as *lombares*, o *tronco coeliaco*, ramo importantissimo que se destina ao figado, baço e estômago, as *mesentéricas superior* e *inferior*, as *renaes* e as *genitales*.

Devemos tambem citar um dos ramos terminaes da

(1) Para mais indicações a respeito de anomalias arteriaes veja-se TESTUT — *Tratado de anatomia humana*, vol. II.

aorta, a *sagrada média*, que nos vertebrados caudados tem um grande desenvolvimento.

III. Systema cardial. — Este systema soffre grandes modificações na serie dos mammíferos, afastando-se consideravelmente do eschêma typico que descrevemos. O seu grau mais complicado realiza-se nos *mammíferos superiores* — homem, macacos e carnívoros, sendo contudo sempre reconhecivel.

As *veias cardiaes superiores* existem sempre e correspondem às *jugulares internas*, sòmente em lugar de se lançarem directamente no coração, juntam-se para constituir a *veia cava superior*, recebendo também o sangue dos membros pelas veias sub-clávias.

Devemos notar que a *veia cava superior* além de desembocar com a *inferior na aurícula direita* não mantém com ella mais alguma relação morphologica.

Nas regiões thoracica e abdominal, as alterações sam ainda mais profundas: as *veias cardiaes inferiores*, representadas pelas *ázigos*, recebem o sangue das veias *intercostaes* e das pequenas veias da columna vertebral; uma dellas porém a *hemi-ázigos* não chega até ao final do seu percurso, lançando-se na *grande ázigos*, que termina na *jugular direita* perto da origem da *veia cava superior*.

Resta ainda acrescentar a estes vasos a porção *abdominal* da *veia cava inferior*, que resume a circulação venosa dos *membros inferiores*, da *bacia* e de parte do abdomen e se reúne á sua porção *antineural* no ponto onde terminam as supra-hepáticas. As suas affluentes principaes, sam as *íliacas* e as *genitales*.

#### Aves — Typo *Columba domestica*

O systema sanguíneo das *aves*, differe por particularidades insignificantes do dos *mammíferos* e por este motivo para não cairmos em repetições estereis e enfadonhas,

indicarêmos apenas aquellas alterações que achamos mais interessantes.

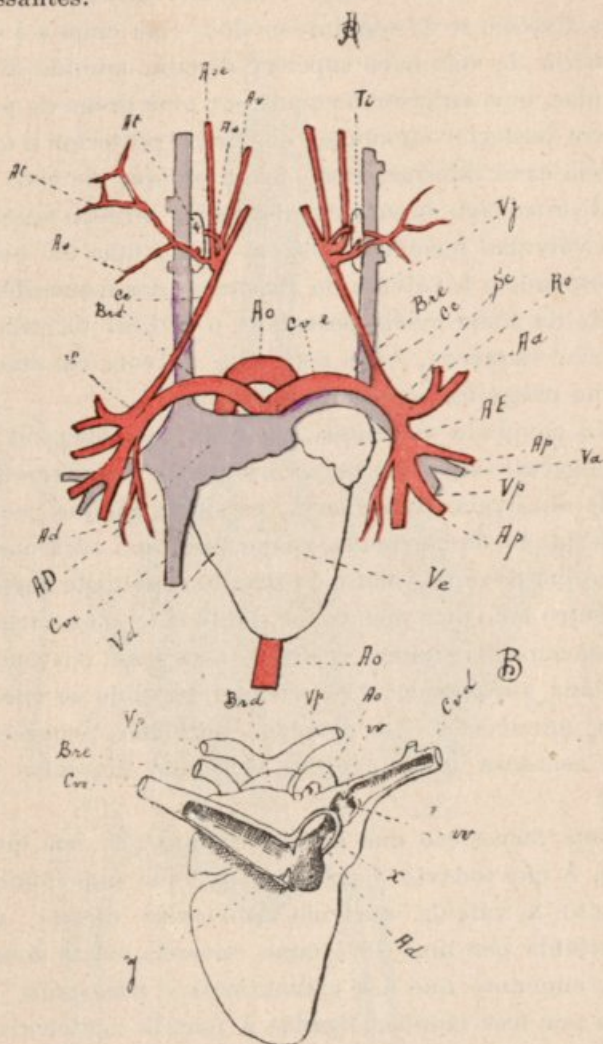


Fig. 5. — O coração e os principaes troncos vasculares da *Columba domestica*, segundo C. Vogt e E. Yung: em A, visto pela face anterior; em B pela posterior.

*Aa*, arteria axillar; *Ad*, arteria diafragmática; *Ao*, aorta; *Aoe*, arteria esophágica; *As*, arteria supra-escapular; *At*, arteria thyroideã; *At'*, ramo desta arteria para o papo; *Av*, arteria vertebral; *Brd*, tronco arterial brâchio-cephálico direito; *Bre*, tronco arterial brâchio-cephálico esquerdo; *Ce*, corótida commum; *AD*, auricula direita; *AE*, auricula esquerda; *Ap*, arteria peitoral; *Ro*, arteria da omoplata; *Sc*, arteria sub-clávia; *Tl*, glândula thyroide; *Cvd*, veia cava superior direita; *Va*, veia axillar; *Vd*, ventrículo direito; *Ve*, ventrículo esquerdo; *Cvi*, veia cava inferior; *Vj*, veia jugular; *Vp*, veia peitoral; *Vpl*, veias pulmonares; *Cve*, veia cava superior esquerda; *w*, válvulas da veia cava superior direita; *x*, válvula de Eustáchio; *y*, válvula de Thebesius.

I. Systema antineural. — Na aurícula direita, desembocam as veias cavas superiores e a inferior. Os respectivos orificios dispõem-se do seguinte modo: — em cima e à direita o orificio da veia cava superior direita, munido de duas válvulas, uma anterior formada por uma prega da parêde, e outra posterior sigmoide; na parêde posterior o orificio da veia cava inferior, (uma fenda oblíqua de eixo maior paralelo ao eixo da veia cava superior direita) munido de duas válvulas membranosas em frente uma da outra — correspondem à válvula de *Eustachio* dos mammíferos; à direita da linha média posterior, o orificio da veia cava superior esquerda, oval com uma válvula em crescente — uma prega da parêde da aurícula.

Na cavidade auricular esquerda terminam as veias pulmonares — duas em logar das quatro dos mammíferos.

As duas veias pulmonares, na altura em que penetram na cavidade da aurícula, reúnem-se num só tronco, de modo que ha um só orificio visível na cavidade auricular; por outro lado uma membrana semi-lunar, dependência da parêde auricular anterior, divide a aurícula em duas partes: uma antecâmara de parêdes lisas onde se abrem as veias pulmonares, e a cavidade auricular propriamente dita, espaçosa e de parêdes ricas em músculos papilares.

Uma disposição que differe bastante da dos mammíferos, e que todavia é mais curiosa que importante, diz respeito à válvula auriculo-ventricular direita, que é constituída por uma só *lâmina carnuda* muito desenvolvida, enquanto que nos mammíferos é *tricúspida*, — formada por tres lâminas ligadas à parêde ventricular por cordas tendinosas.

Bem mais importante é a disposição da *crossa aórtica*, que, em logar de virar para a esquerda como nos mammíferos, se dirige para a *direita*.

Este facto tem importancia, mesmo sob o ponto de vista estático, por nos mostrar de um modo evidente para aquelle tronco aórtico uma indifferença na *dissymetria*, que nos leva a considerá-la menos importante na conce-

ção do typo vertebrado do que a symetria que nos re-  
vellam as outras classes.

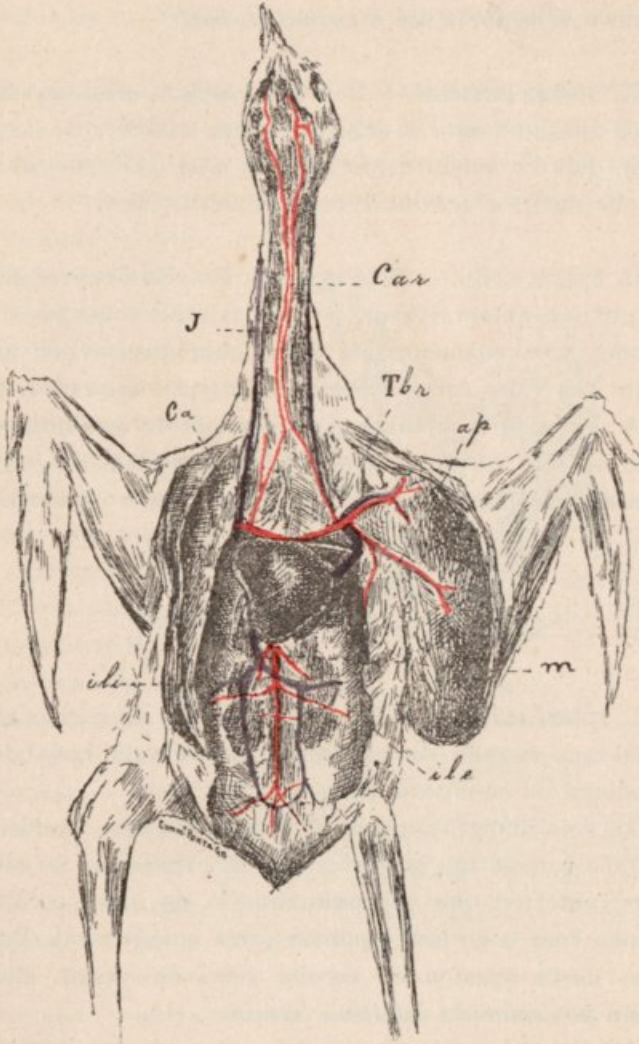


Fig. 6. — Principaes vasos sanguíneos da *Columba domestica*.

*Car*, carótida primitiva: *J*, veia jugular direita: *Ca*, crossa aórtica (direita): *Tbr*, tronco arterial brâchio-cephálico: *ap*, arteria peitoral: *m*, arteria mesentérica: *ile*, veia iliaca interna; *ile*, veia iliaca externa.

O *systêma da veia porta* tambem apresenta differen-

ças: os capillares intestinaes, anastomosando-se e reunindo-se em troncos cada vez mais volumosos, dam origem a uma veia, à qual se reune a *coccygeo-mesentérica*, prolongando a veia porta até à *região cloacal*.

II. Systema paraneural. — Pelo que respeita a este systema, temos simplesmente a registrar uma modificação importante, que é a substituição de cada uma das arterias *ilíacas* por duas: a *arteria femural* e a *eschiática*.

III. Systema cardial. — Este systema é melhor representado do que o *dos mammíferos*, porque as duas veias *jugulares* seguem separadamente até à aurícula direita por intermedio das veias *cavas superiores* direita e esquerda.

A symetria é portanto mais elevada do que nos mamíferos, sem contudo ser perfeita, porquanto a jugular direita é três vezes mais volumosa do que a esquerda.

#### Reptis — Typo *Lecerta ocellata*

I. Systema antineural. — É bastante nítido na região abdominal em virtude da existencia duma veia *epigástrica*, homóloga da *coccigeo-mesentérica* das *aves*.

As veis ilíacas, antes de chegarem aos rins, dividem-se em dois ramos, um posterior que se capillariza no rim, e outro anterior que approximando-se da linha média se fusiona com o do lado opposto (veia epigástrica). Porém antes desta anastomose recebe veias da *cloaca*, *beriga*, *região posterior do intestino terminal*, etc.

A veia epigástrica assim formada, vai capillarizar-se no fígado.

Até ao coração não ha mais nada de especial; este porém vai ser descripto minuciosamente pelo interesse que tanto sob o ponto de vista morphologico, como physiologico, apresentam os seus diversos graus de complexidade.



*Coração.* Situado na linha média, compõe-se de três partes: duas *aurículas* mais ou menos arredondadas, separadas por uma gotteira para o *bolbo arterial*; um ventrículo com a fôrma duma pyramide irregular de três faces.

As cavidades das aurículas são independentes; as aberturas dos vasos que terminam nellas, muito proximas da linha média, são: na aurícula direita, a do *seio venoso* — uma fenda transversal; na aurícula esquerda, a da veia pulmonar — um orificio arredondado. Nenhum destes orificios tem válvula e a sua oclosão, que é mais ou menos incompleta, effectua-se por contrações da porção do musculo cardiaco que limita os seus contornos.

A base da pyramide é superior e corresponde às aurículas; o vertice, inferior dá inserção a uns fascículos fibrosos que o ligam ao pericárdio. Um sulco transversal. separa exteriormente as aurículas do ventrículo.

A cavidade interna do ventrículo é obstruida por trabéculas de direcção antero-posterior limitando fendas e aréolas. Não existe uma divisão apreciavel em duas cavidades ventriculares.

As trabéculas musculares, à medida que nos aproximamos das aurículas, apresentam uma forma semi-lunar

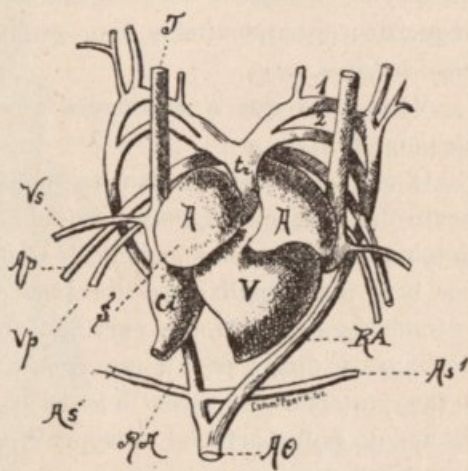


Fig. 7. — Coração de *Lacerta muralis* (segundo WIEDERSHEIM)

A, aurículas; V, ventrículo; tr, troncão brâchio-cephálico; 1 e 2, primeiro e segundo arcos arteriaes; Ap, arteria pulmonar; Vp, veia pulmonar; RA, raiz aórtica; Ao, aorta; As, arteria sub-clávia; J, veia jugular; Vs, veia sub-clávia; Ci, veia cava inferior; S, indica o seio venoso occulto pela aurícula.

abraçando o orificio do bolbo. A parte superior da cavidade ventricular é vasta e livre de trabéculas; nella se abrem os orificios auriculo-ventriculares e os vasos.

O ventrículo é separado das aurículas por uma membrana fibrosa recortada muito irregularmente, prêsa por ligamentos tendinosos, formando válvulas incompletas de bordos livres e arredondados; sobre o seu bordo anterior encontram-se os orificios dos vasos do bolbo arterial: os das arterias pulmonares, um pouco á direita da linha media; os dos arcos aórticos, mais anteriores e do lado esquerdo; estes orificios sam guarnecidos de válvulas semi-lunares.

Vê-se pois que a circulação cardíaca é ainda muito incompleta.

O *bolbo arterial* destaca-se da parêde do ventrículo perto da base e dirige-se para cima em linha recta na goteira formada pelas aurículas. Compõe-se de dois troncos bem individualizados, torcidos um sobre o outro: a *raíz aórtica esquerda*, que partindo do lado direito da base do bolbo se dirige para a esquerda e para cima, cruzando a face anterior do *tronco aórtico commum* — o segundo tronco do bolbo arterial, e approximando-se da columna vertebral attinge a face posterior do esôphago, onde se inflecte para baixo, dirigindo-se para a linha média, de modo que na altura dos lóbulos do fígado se reune com a homóloga do lado oppôsto. Em todo este trajecto lança uma anastomose à carótida esquerda.

O *tronco aórtico commum* nasce do lado esquerdo do bolbo, e, cruzando a face posterior da raíz aórtica esquerda, attinge o bordo superior das aurículas, resolvendo-se em três ramos: a *raíz aórtica direita*, a *carótida direita* e a *carótida esquerda*.

A *raíz aórtica direita* segue um trajecto paralelo ao da esquerda, mas ao passo que esta simplesmente dá uma anastomose para a carótida esquerda, a raíz aórtica direita fornece, além duma anastomose identica para a carótida direita, arterias importantissimas que vamos descrever:

a) a sub-clávia direita;

b) um tronco que se resolve imediatamente na vertebral e sub-clávia esquerdas;

c) varios músculos para o esôphago.

A sub-clávia chegando ao nível da articulação do humero, bifurca-se e os dois ramos destinam-se ao membro; antes da bifurcação separa-se um ramo importante que penetra na columna, a *arteria espinhal lateral*.

Esta arteria anastomosa-se ao nível dos diferentes espaços intervertebraes com a myélica, que se põe em relação com a *aorta*, contribuindo todas para assegurar a circulação medullar.

Posteriormente ao bolbo arterial encontra-se o tronco pulmonar, que se divide imediatamente nas duas arterias pulmonares.

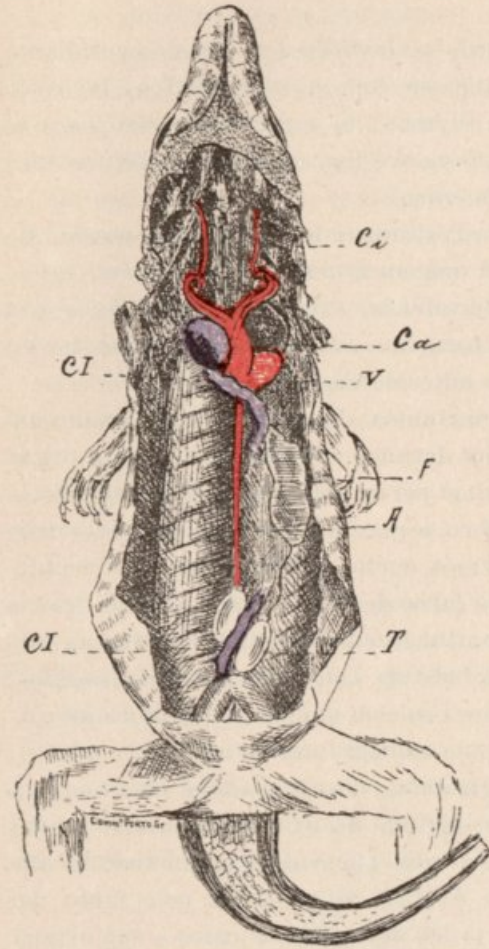


Fig. 8 — Coração e principaes vasos sanguíneos do *Lacerta ocellata*

*Ci*, carótida interna; *Ca*, tronco aórtico comum; *CI*, veia cava inferior; *F*, fígado; *A*, aorta; *T*, testículo.

Assistimos assim a um augmento de symetria na ligação do systema antineural com o paraneural.

Todavia a descripção que fica feita não convém a todos os *reptís*; certos *sáurios*, *ophídios*, *chelónios* e *codilos*, possuem um só par do crossas aórticas.

II. Systema paraneural. — *Carótidas*. O arco carotidiano, antes da sua anastomose com a raíz aórtica, fornece: a) uma arterióla ao thymus; b) a *carótida primitiva* que dá a arteria *hyoido-lingual* e logo a seguir se bifurca nas *carótida externa e interna*.

A *carótida externa*, alcançando o angulo posterior do annel tympánico, dá origem á *arteria mandibular*.

Os seus ramos terminaes, sam a *supra-orbitaria* e a *infra-orbitaria*, que fornecem sangue para os musculos do ôlho, nariz e região anterior da cabeça.

A *carótida interna* antes de penetrar no crânio dá ramos para a região da nuca. No crânio irriga o orgão auditivo, as differentes partes do cérebro e a choroide.

Na base do cérebro e por debaixo dos pedúnculos do cerebello dá dois ramos curtos, recorrentes, que reunindo-se na linha média (arco de Willis) formam uma arteria volumosa, a qual continua acompanhando a columna vertebral até á extremidade da cauda, é a *arteria myélica*; esta arteria anastomosa-se com um ramo profundo da sub-clávia ao nivel de cada espaço intervertebral.

A disposição symetrica das carótidas deminue nos reptís superiores em virtude da existencia dum só tronco carotidiano commum, que parte da raíz aórtica direita.

Esta dissymetria é ainda augmentada pelo facto das arterias sub-clávias terem em todos os casos a sua origem commum na raíz aórtica direita.

*Aorta*. — Acompanha a columna vertebral desde o ponto de reunião das suas *raízes* até á extremidade superior dos rins, onde penetra para se resolver numa *rêde admiravel*. (1)

(1) Chama-se assim a rêde vascular resultante da divisão brusca dum vaso arterial ou venoso em numerosos ramos de pe-

Ao longo deste trajecto fornece como dissemos anastomoses á arteria myélica e differentes ramos mais ou menos importantes. Citaremos os seguintes:

- a) a *gástrica* para o estómago;
- b) a *esplénica* que se destaca ao nivel da curvatura do estómago, para o baço, páncreas e parte do intestino;
- c) a *mesentérica* para o intestino;
- d) a *genital* para os órgãos genitales e seus annexos.

Do tecido do rim, e resultando das *rêdes admiraveis* em que se resolveram os ramos terminaes da aorta abdominal, sâe uma arteria volumosa, a *aorta caudal*, que segue no canal hemal das vértebras caudaes, continuando a fornecer ramúsculos para a columna vertebral.

Ao nivel do angulo anterior da articulação da bacia com a columna vertebral, encontra-se uma arteria volumosa, que, fornecendo um ramo á parêde anterior da bacia, se dirige para a cabeça do femur, onde termina na *crural* e na *eschiática* que irrigam o membro inferior.

III. Systêma cardial. — A propósito da veia cava inferior (porção abdominal), temos a accrescentar mais uma particularidade interessante: o *systêma porta renal*.

*Systêma porta renal*. — A circulação venosa da região inferior do tronco e das vísceras é muito complicada.

As veias *caudal* e *fêmuro-abdominal*, correspondentes às arterias do mesmo nome, attingem o rim, aquella pela sua extremidade inferior, e esta ao nivel da incisão lateral

---

queno calibre, que anastomosando-se entre si se resolvem quer numa rêde de capillares, quer num novo tronco. No primeiro caso a rêde é *unipolar*, no segundo *bipolar*.

Pode ainda a rêde ser exclusivamente formada só por arterias ou só por veias e então é *simples*, ou ser constituída por aquellas duas categorias de vasos e neste caso é *dupla*. Estas rêdes teem bastante importancia physiologica.

Encontram-se em todos os vertebrados, nas regiões mais variadas do organismo, taes como: rins, figado, guelras, bexiga natatoria dos peixes, etc. — WIEDERSHEIM, *Manuel d'anatomie comparée des vertebrés*, trad. par MSQUIN-TANDON, pag. 338.

por onde sãe a arteria homónina, e constituem os vasos *afferentes* do systema *porta renal*.

Todo este sangue sãe do rim por veias, vasos *efferentes*, que recebendo *affluentes* dos orgãos genitales, se anastomosam ao nivel dos rins succenturiados e epidídimos num só tronco, a veia *porta renal*, que penetra no figado pela extremidade do lóbulo direito onde se capillariza.

A variação mais importante que se nota no systema sanguíneo dos *reptís* respeita ao septo interventricular, que, incompleto nos *sáurios*, *ophídios* e *chelónios*, é completo nos *corcodilos*. Notaremos porém que neste último caso existe sempre um pequeno orificio de comunicação entre os dois ventrículos, o *foramen* de *Panizza*.

As raízes aórticas podem ser formadas de dois *arcos anastomosados* (*lacerta*), ou dum só arco (certos *sáurios*, *ophídios*, *chelónios* e *corcodilos*).

#### Amphibios — Typo *Rana esculenta*

I. Systema antineural. — O estudo do systema sanguíneo dos *amphibios* mostra um augmento consideravel de symetria, approximando-se bastante do typo geral que descrevemos.

A *veia abdominal*, resultante da anastomose na linha média da parêde abdominal de duas *collateraes* das *veias femuraes*, dirige-se de baixo para cima até ao nivel do figado, onde penetra ramificando-se nos lóbulos lateraes. Neste trajecto recebe varios *affluentes*; os principaes sam as veias *vesicaes* e a *veia cardiaca*, que provém duma rede capillar que envolve o *bolbo arterial*.

*Coração*. — O coração compõe-se de três cavidades distinctas, um ventrículo e duas aurículas, communicando mais ou menos directamente entre si.

Situado na linha média da região superior do thorax, não possui forma geometrica definida, em virtude da separação nítida que existe entre o ventrículo e as aurículas.

las, que lhe dá um aspecto trilobado mais ou menos nítido.

A sua côr varia bruscamente do roxo pallido ao vermelho escuro, quando se passa do ventrículo para as aurículas, facto que está em relação com a differença consideravel da espessura das parêdes destas differentes cavidades.

O ventrículo musculoso, de parêdes grossas, tem naturalmente uma côr mais roxa do que o resto do coração, em virtude duma irrigação abundante e contínua, ao passo que as aurículas de parêdes flacidas e transparentes, pode-se dizer que não tem côr propria, mas simplesmente a do sangue que nellas se contém.

O ventrículo, situado inferiormente ás aurículas, no sulco limitado pelos lóbulos direito e esquerdo do fígado, dos quaes está isolado pelo pericárdio tem approximadamente a forma dum cone achatado de vertice voltado para baixo.

Entre o ventrículo e as aurículas existe um sulco transversal bastante pronunciado.

A superficie interior do ventrículo, é muito irregular e a sua cavidade é atravessada por numerosas trabéculas, que partindo de uma das faces se vam perder na opposta e constituem proximo do vertice um tecido esponjoso de cavidades irregulares. Na base do ventrículo as trabéculas orientam-se e deminuem de número, de modo a deixarem uma cavidade ampla, onde desembocam os alvéolos do systema trabécular.

As aurículas, mais ou menos arredondadas, estão situadas por cima e um pouco para trás do ventrículo; um sulco vertical as separa, e serve, por assim dizer, de cama ao bolbo arterial, que, partindo do ventrículo, distribue o sangue arterial a todo o organismo.

As aurículas sam interiormente mal separadas por um septo rudimentar, e na direita ao nivel do ponto de confluencia do seio venoso, existe uma válvula bastante desenvolvida, a *válvula de Eustachio*.

A cavidade do ventrículo communica com a das aurí-

culas por orifícios valvulados e cuja oclusão é completada por saliências lateraes das aurículas.

Um bolbo arterial, que, saíndo do ventrículo, segue no sulco interauricular até à parte mais elevada das aurículas, onde termina, é a origem commum dos *arcos aórticos*.

A cavidade do bolbo é dividida dum modo incompleto por um septo — *válvula espiraloide* — que da parêde posterior, avança para a anterior\* sem contudo a attingir; este facto tem importancia sob o ponto de vista physiologico, por impedir tanto quanto possivel a mistura do sangue venoso com o arterial.

O sangue proveniente das differentes partes do corpo alcança o *seio venoso* e entra na aurícula direita; como existe um só ventrículo e duas aurículas, comprehende-se que, depois da *systole* auricular, na cavidade do ventrículo exista sangue misturado; ora o septo em questão impede que essa mistura seja completa, porque, em virtude da sua disposição especial, divide a cavidade interna do bolbo em duas rampas, uma em communicação com as arterias pulmonares e a outra com as crossas aórticas superiores. Deste modo o sangue venoso, chegando primeiro ao ventrículo, enche a rampa pulmonar mais espacosa e onde a pressão é menor; e o sangue arterial, chegando immediatamente depois, tem de fatalmente seguir a rampa aórtica, único caminho livre.

Ao nivel do orificio arterial do ventrículo existem três valvulas semi-lunares.

II. Systema paraneural. — Os arcos aórticos ou crossas, que ligam o vaso antineural ao systema paraneural, sam em número de três pares, superior, médio e inferior: partem da extremidade superior do bolbo, contornam o esóphago por um e outro lado, conservando as suas posições relativas sómente nas porções iniciaes; ao nivel da parte média das parêdes lateraes do esóphago essas relações mudam. em virtude da divergencia das collateraes que delles se separam.



No angulo de abertura superior, formado pelas duas crossas do primeiro par, fica situado o osso hyoide.

Ainda que em muitos casos os limites exteriores dos diferentes arcos não sejam bem nítidos, existem sempre septos interiores que os individualizam completamente.

*Crossa superior.*

— As collateraes mais importantes sam:

a) A arteria hyoideo-lingual (Gegenbauer), muito fina e flexuosa, que se dirige para a região buccal, descrevendo uma serie de ansas muito apertadas e terminando na lingua.

Ao nivel da zona das suas maiores flexuosidades, uma anastomose transversal liga as duas arterias homónimas garantindo por cada uma dellas em separado a irrigação da região a que ambas se destinam.

b) A *carótida*, que, seguindo primitivamente a direcção da porção inicial da crossa, contorna a face lateral do esôphago e, dirigindo-se para cima e para a linha média, penetra no crânio. Antes porém, destacam-se della varios

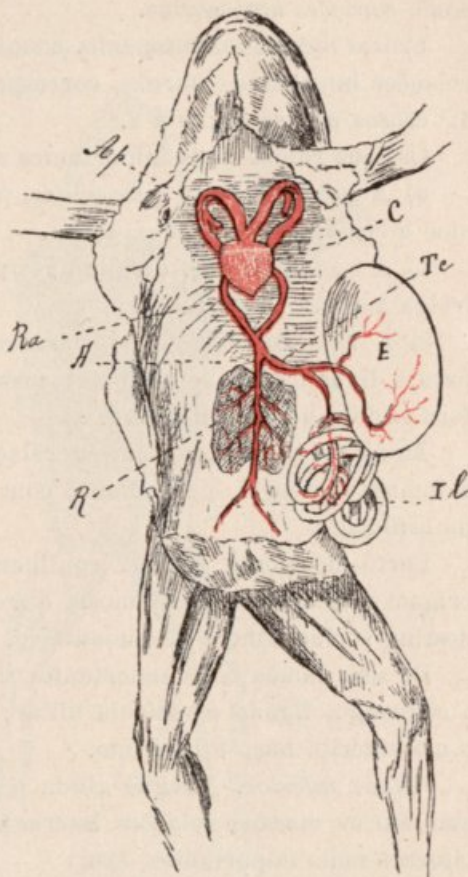


Fig. 9. — Eschêma do aparelho arterial da rã

C, coração; Ap, arteria pulmonar; Ra, raiz aórtica; A, aorta; Te, tronco coeliaco; E, estômago; R, rim; Il, arteria ilíaca.

ramúsculos que se dirigem para o osso palatino, anastomosando-se como os do lado opposto.

Nos pontos em que as carótidas se inflectem existem umas dilatações, as *glândulas carótidas*, que funcionam como *corações* accessorios.

*Crossa média.*— Acompanha a superior da qual tem as relações internas e externas, correspondendo para cima á 1.<sup>a</sup> crossa e para baixo á 3.<sup>a</sup>

Os seus ramos mais importantes sam:

- a) A *sub-clávia* com a *escapular*, para o membro superior e região escapular;
- b) A *vertebral*, que, dirigindo-se para a linha média, irriga a columna vertebral;
- c) A *raiz da aorta*, ramo terminal, que, obliquando para a linha média, se vai junctar com a do lado opposto, formando a *aorta abdominal*.

As raízes da aorta estão em relação, para trás com a columna vertebral, para diante com o esôphago e parte do estômago.

Perto do ponto da sua confluencia, a esquerda dá origem a uma arteria volumosa, o *tronco coeliaco*, que se destina ao intestino e ao mesentério.

Os seus ramos mais importantes sam: a *gástrica*, para o estômago, fígado e vesícula biliar; a *mesentérica*, para o mesentério, baço e intestino.

*Crossa inferior.*— Segue ainda o trajecto da média e mantém as mesmas relações lateraes. Os seus ramos colateraes mais importantes, sam:

- a) A *arteria pulmonar*, que, incurvando-se, penetra no pulmão, onde se capillariza;
- b) A *arteria cutânea* com a *pharingo-maxillar* e a *cutânea peitoral*.

*Aorta abdominal.*— Proveniente da anastomose das raízes aórticas, segue na linha média até à extremidade inferior do corpo, onde termina.

Collateraes;

- a) As *uro-genitales*, que se destinam aos *rins*, órgãos genitales e seus canaes excretorios;

b) A *lombor*, para o canal rachidiano e músculos vizinhos da columna vertebral.

Ramos terminaes:

As *ilíacas communs*, que, passando sobre os nervos lombares dam:

α) as *vesicaes*, ramos pouco importantes;

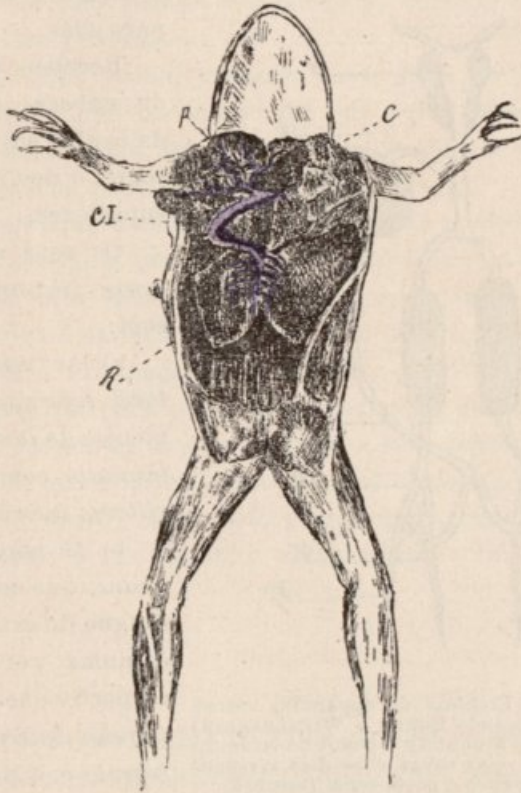


Fig. 10. — Veia cava inferior e systêma porta hepático.

C, coração; F, fígado, repuchado para cima para deixar vêr os capilares hepáticos, CI, veia cava inferior; R, rim.

β) a *femural* para os músculos da bacia e da região inicial da coxa;

γ) a *eschiática* para a região posterior da coxa.

Os ramos terminaes da eschiática a *tibial* e a *peronial* irrigam por sua vêz todos os músculos da perna até as extremidades dos dêdos.

III. Systema cardial. — Sobre a face posterior do coração, existe um vasto *seio*, que desemboca na aurícula direita e recebe os *vasos grossos* que conduzem o sangue venoso ao coração.

Estes vasos, sam:

a) As *veias cavas superiores*, onde a corrente sanguínea é dirigida de diante para trás.

Recebem o sangue da cabeça, da pelle da região superior do corpo e dos membros superiores.

Os seus afluentes mais importantes, sam:

α) As *veias jugulares externas*, provenientes da junção das linguas com as maxillares inferiores;

β) As *veias inominadas*, que colligem o sangue do crânio e da columna vertebral, respectivamente pelas *jugular interna e vertebral*; e o da região *escapular*, pela veia do mesmo nome;

γ) As *veias cutâneas*, muito importantes, compondo-se cada uma de dois troncos. A *veia cutânea propriamente dita*, que se estende immediatamente por debaixo da pelle desde a extremidade do focinho até á região média do corpo, recebendo ramúsculos da pelle, dos músculos das regiões que atra-

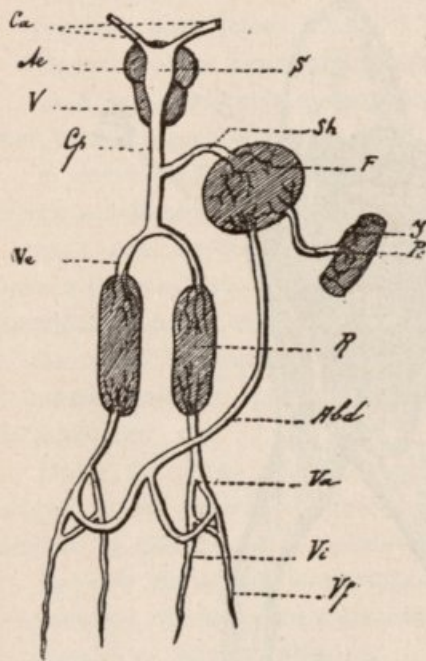


Fig. 11. — Eschêma do aparelho venoso da raia (segundo ECKER e WIEDERSHEIM) destinado a mostrar o ponto de encontro das três veias cavas e os dois systemas porta-hepático e porta-renal (BOUTAN).

Ca, veias cavas superiores; Ae, aurícula esquerda; S, seio venoso; V, ventrículo; C, veia cava inferior; F, fígado; Sh, veia supra hepática; I, intestino; Pi, veia porta intestinal; Ve, veia renal efferente; R, rim; Abd, veia abdominal; Va, veia renal afferente; Vi, veia eschiática; Vf, veia femoral.

—

vessa, do ôlho e do thorax; depois inflecte-se junctando-se com a veia *sub-clávia*.

b) O *tronco da veia cava inferior*, onde se lançam as veias hepáticas.

Na *aurícula esquerda* termina num orificio semi-lunar o tronco das *veias pulmonares*, que, passando sobre a face posterior do seio venoso, conduzem ao coração o sangue que vem dos pulmões.

Ao systêma cardial reune-se para além do figado a porção abdominal do tronco da veia cava inferior, que collige, pelas *veias renaes efferentes*, o sangue dum segundo systêma porta, o *systêma porta renal*.

Este systêma é constituido do seguinte modo:

O sangue que provém do membro inferior é conduzido pelas veias *femural* e *eschiática*, que seguem o trajecto das artérias *homónimas*; parte delle deriva para a *veia abdominal* e vai lançar-se no figado, como dissemos; a outra parte vai para o *rim* por intermedio da *veia renal afferente primaria*. A esta junta-se a *veia renal afferente secundaria* que recolhe o sangue dos órgãos genitales — veias do oviducto, da parêde posterior do tronco, da região lombar e dos músculos intercostaes — veias dorso-lombares.

\*

Uma particularidade anatómica importante que se nota no aparelho circulatório dos amphíbios é a existencia de *arterias* e *veias cutâneas*, que permitem a arterialização do sangue por intermedio do oxygénio dissolvido na agua.

É um facto conhecido, que as rãs e outros amphíbios podem conservar-se debaixo d'agua por espaços de tempo consideraveis, o que é explicavel, naquelles que não possuem guelras, pela existencia da *respiração cutânea*.

Pelo que respeita às variações do systêma sanguíneo nos amphíbios, nada diremos por agora, porquanto para a sua comprehensão é indispensavel o conhecimento da

embryologia destes animaes. Como temos reservado um capítulo para esse assumpto, guardaremos para então o que agora poderíamos dizer.

### Dipneustos

O systema sanguíneo dos *dipneustos* é modelado pelo dos *peixes* e por isso nos limitaremos a indicar as differenças mais importantes que a este respeito, separam os dois grupos.

Os systemas antineural e paraneural estão ligados entre si por varios pares de arcos aórticos.

Cada arco aórtico, compõe-se de duas partes — o vaso *epibranchial* e o vaso *hypobranchial* (1).

O coração, possui três cavidades, *duas aurículas* e *um ventrículo*; as aurículas, ainda *incompletamente* separadas na *Lepidosereia*, são *independentes* nos outros typos.

A *aurícula direita*, semelhante à dos peixes, recebe o *sangue venoso* da periphéria; a *esquerda* está em communição com as veias pulmonares.

As duas aurículas communicam com o ventrículo por orificios valvulados.

A cavidade do ventrículo é imperfeitamente dividida, mas uma *disposição anatómica* especial impede a mistura completa do sangue arterial com o venoso.

Essa disposição consiste no desenvolvimento dum *cone arterial* entre o ventrículo e o bolbo, que um septo interior divide em *duas rampas* dispostas de modo tal que os *arcos branchiaes superiores* recebem *sangue misturado* e os dois *arcos inferiores*, *sangue venoso*.

A esta modificação, e como consequencia immediata

---

(1) Estes termos podem confundir-nos sobre a orientação das guelras; para tal evitar diremos que se referem à posição normal do individuo e não àquella em que o suppomos nas descrições.

della, junta-se a seguinte particularidade: cada um dos vasos epibranchiaes do último par de arcos emite uma *arteria pulmonar*, que se vai capillarizar no pulmão, donde partem *veias pulmonares* para a *aurícula esquerda*, conduzindo sangue arterial.

É facil agora conceber o funcionamento de semelhante aparelho circulatorio.

Quando o animal se serve das *guelras*, os pulmões não sam utilizados e o sangue, que lhes é levado pelas arterias pulmonares, sáe venoso pelas veias pulmonares, que o conduzem à aurícula esquerda; do mesmo modo a aurícula direita recebe o sangue venoso que lhe vem de todo o corpo do animal.

As duas aurículas estão assim cheias de sangue venoso, que expulsam para o ventrículo, o qual por sua vez o envia às *guelras*, onde será arterializado e, por intermedio da *aorta*, distribuído ás diferentes partes do organismo.

Como verêmos, a circulação neste caso nada differe da dos peixes, havendo unicamente a accrescentar o trajecto pulmonar, que em cousa alguma modifica o que ha de essencial na circulação daquelles vertebrados.

Quando porém o animal se serve dos *pulmões*, as *guelras* não funcionam, e as cousas mudam completamente.

O sangue venoso proveniente da periphèria é recolhido

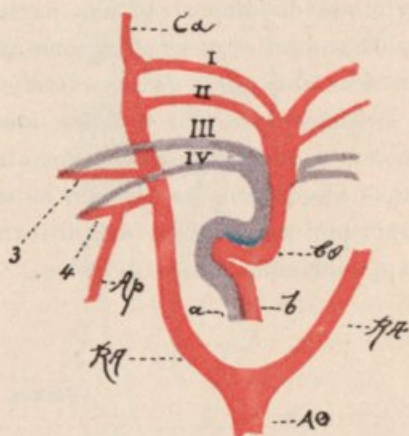


Fig. 12. — Eschêma da circulação branquial no *Protopterus*, segundo WIEDERSHEIM.

Co, cone arterial dividido em dois compartimentos *a* e *b*; *b*, é atravessado pelo sangue arterial que se dirige para as duas arterias branchiaes superiores (I e II); *a*, atravessado pelo sangue venoso que se destina aos dois arcos aórticos inferiores (III e IV); 3 e 4 designam as veias e os capillares branchiaes: Ap, arteria pulmonar; RA, raiz aórtica; Ao, aorta; Ca, carótida.

na aurícula direita e enviado para o ventrículo; em virtude da disposição especial do *cone arterial*, entra na *rampa direita* e é obrigado a atravessar os *dois últimos pares de arcos aórticos*; parte delle dirige-se para a aorta no estado venoso, e outra parte, a que atravessa o *quarto arco*, é por intermedio da *arteria pulmonar* levado aos *pulmões*, donde são já *arterializado* pelas *veias pulmonares*, que o conduzem à *aurícula esquerda*.

Passando à metade esquerda do *ventrículo* ainda em virtude da disposição das partes, o sangue é impellido pela *rampa esquerda* do cone arterial e atravessa os *primeiros dois pares de arcos aórticos* que o vertem na *aorta*.

Em virtude das divisões incompletas do coração e do cone, o sangue que se encontra na aorta é *misturado*, mas as proporções em que se encontra o sangue venoso, sam por assim dizer insignificantes, graças às disposições appropriadas dessas divisões.

## Peixes

### Selácios, Ganoides e Teleósteos

O systêma sanguíneo destas três classes apresenta modificações fundamentaes pouco importantes; por isso, para evitarmos repetições fastidiosas faremos a sua descripção para a classe dos *teleósteos* e indicaremos os pontos principaes em que as outras duas classes se afastam do typo que escolhemos.

I. Systêma antineural. — A veia porta hepática resume a circulação venosa do intestino, baço, appendices pylóricos e duma parte da parêde estomacal, dirigindo-se para o fígado, onde penetra pela face inferior capillarizando-se. Da face superior do fígado parte a veia *supra hepática*.

*Coração*. — Essencialmente venoso, compõe-se duma aurícula, dum ventrículo e dum bolbo; situado na linha



média da região cervical, por cima das natatorias peitoraes, tem uma forma pyramidal.

As parêdes da aurícula sam delgadas e flexiveis.

O ventrículo muito irregular, de parêdes espessas, fica situado por deante da aurícula.

A cavidade do ventrículo obstruída por numerosas trabéculas, é posta em communição com a da aurícula por um orificio valvulado.

O *bolbo* é um tubo cónico, esbranquiçado, de parêdes espessas e cuja base corresponde ao coração; a sua superficie interna é franzida longitudinalmente e na vizinhança do orificio de communição com o ventrículo existem duas válvulas *sigmoides*.

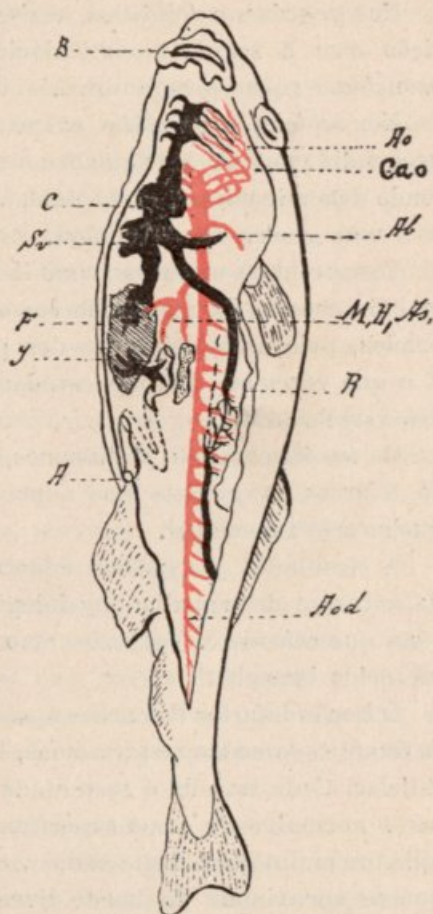


Fig. 13. — Figura theórica da circulação arterial dos peixes. O systêma venoso é representado em preto. (BOUTAN).

II. Systêma paraneural.  
— *Circulação branchial*. — Ao bolbo segue-se o vaso branchial commum que dirigindo-se para cima vae terminar nas porções hypobranchiaes dos *arcos aórticos*.

B, bocca; Ao, artéria ophtálmica; Cao, crossas aórticas; C, coração; Sv, seio venoso; Ab, artéria branchial; F, figado; M, H, As, artérias mesentérica, hepática e esplênica; R, rim; A, anus; Aod, aorta.

Nos *selácics* existem normalmente 5 pares de fendas

branchiaes, a primeira aberta entre o arco hyoideo e o primeiro arco branchial, e a última entre o quarto e o quinto arcos branchiaes. Exceptuam-se o *Hexanchus* e o *Heptanchus* que possuem respectivamente seis e sete (1).

Nos *ganoides* e *teleósteos*, conserva-se a mesma disposição com a seguinte particularidade: os *septos interbranchiaes* reduzem-se ao *arco*.

Nos *selácios* e *ganoides* existe ainda no espaço comprehendido entre o *arco hyoideo* e o *arco mandibular* uma fenda denominada *evento*, homóloga das fendas branchiaes, com uma guelra não funcional.

Exceptuando os casos acima indicados, o número normal de arcos aórticos é seis em toda a série dos vertebrados, pelo menos nalguns dos períodos embryonarios. É o que veremos, quando estudarmos a circulação fetal dos vertebrados.

Os *teleósteos*, como já dissemos, possuem propriamente só 4 arcos branchiaes por o primeiro ter uma pseudo-guelra não funcional.

A circulação nas guelras é muito complexa em virtude da natureza do trabalho physiologico que aquelles órgãos têm que effectuar. Vejamos como se distribuem os vasos no tecido branchial.

O bordo inferior dos arcos apresenta uma goteira onde se fixam as lamellas respiratorias, formando duas filas parallelas. Cada lamella é sustentada por um eixo cartilaginneo e normalmente à sua superficie dispõem-se numerosos folhetos muito delgados e cada vez mais ténues à medida que se aproximam do bordo livre da lamella. É nestes folhetos, que se ramificam os capillares branchiaes.

Os vasos hypobranchiaes, ramos do tronco branchial commum, alojados nas goteiras dos arcos branchiaes,

---

(1) A circulação branchial dos peixes é parallela à dos cyclóstomos e passa-se desta para aquella por uma simples redução numerica de arcos.

Assim nos cyclóstomos existem 6 a 7 pares de guelras e igual numero de arcos aórticos.

ramificam-se ao nível de cada folheto branchial, e pene-  
rando na sua espessura capillarizam-se. Os vasos hypo-  
branchiaes deminuem successivamente de calibre à medida  
que se approximam da extremidade posterior do arco  
correspondente e terminam nos últimos folhetos bran-  
chiaes.

Os capillares branchiaes, reunindo-se em troncos suc-  
cesivamente mais volumosos, dirigem-se para a goteira  
occupada pelo vaso hypobranchial onde se conjugam num  
*vaso epibranchial*, que caminha na mesma goteira que o  
hypobranchial, mas mais profundamente.

*Circulação arterial.* — Os vasos epibranchiaes do pri-  
meiro arco dam, pela sua reunião, origem à *arteria cephá-  
lica*, que mantendo-se em comunicação directa com a  
aorta, irriga a cabeça.

Os vasos epibranchiaes dos três pares inferiores diri-  
gem-se para a columna vertebral e lançam-se na *aorta*.

*Aorta.* — Na região abdominal a aorta está em relação  
directa com as vísceras, porém na *região caudal* occupa o  
canal formado pelas arcadas hemaes.

As suas collateraes mais importantes sam:

- a) A *escapular* para os músculos da natatoria;
- b) O *tronco coeliaco*, que, partindo da aorta proximo  
do ponto de confluencia do último vaso epibranchial, se  
dirige para a região abdominal, irrigando as differentes  
vísceras.

Os seus ramos principaes sam:

- α) A *estomacal*, que se distribue no estômago, e dá  
varios ramúsculos para o intestino, baço e appendices  
pyloricos;
- β) A *hepática* para a face direita do estômago e para  
o fígado;
- γ) A *genital*, que se destina aos órgãos genitae. Esta  
arteria fornece para a bexiga natatoria um ramo que se  
resolve em *rêdes admiraveis* à superficie das suas parêdes;
- δ) A *duodenal* para a ansa duodenal e para o baço;
- ε) A *intestinal*, que acompanha o intestino até ao *anus*  
fornecendo-lhe arteríolas.

c) A *aorta abdominal* que, acompanhando a columna vertebral, fornece uma multidão de pequenas arterias, umas superiores para os myómeros e músculos das natatórias e outras inferiores para o rim.

III. — Systema cardial. — O sangue da cabeça é recolhido por veias, que, seguindo approximadamente o trajecto das arterias, dam origem a um vaso importante, a *veia jugular commum*, que vem terminar no *canal de Cuvier*. Ha duas destas veias, uma de cada lado corpó.

Aos lados da aorta, e acompanhando-a no seu trajecto encontram-se as duas *veias cardiaes direita e esquerda*, das quaes a mais volumosa e extensa, abrange toda a cavidade abdominal. Estas duas veias, conjunctamente com a *veia mesentérica* que acompanha o tronco coelíaco, formam a porção horizontal do *canal de Cuvier*, onde terminam as jugulares, como dissemos.

Um *systema porta renal*, menos importante e mais variavel, compõe-se: a) de vasos *afferentes*, que, recolhendo sangue da região caudal e do intestino terminal, se capillarizam no tecido dos rins; b) de vasos *efferentes*, que, destacando-se destes orgãos, se lançam nas veias cardiaes.

A descripção, que fica feita, satisfaz (abstraíndo das variações pouco importantes e que dizem unicamente respeito a particularidades secundarias de distribuição) às diferentes classes de peixes e também à classe dos dipneustos, com a condição porém de, neste último caso, lhe juntarmos mais um trajecto, a *circulação pulmonar* que ainda não existe naquelles vertebrados.

Como se vê, a symetria do systema é quasi completa e, differe simplesmente do typo medio, que descrevemos para todos os vertebrados, pela ausencia da porção abdominal da veia cava inferior.

Cyclóstomos — *Petromizon fluviatilis* (1)

I. Systêma antineural. — A veia porta hepática resulta da reunião, em troncos successivamente mais grossos, das vênulas das parêdes intestinaes e dirige-se para o fígado.

O sangue da veia porta, depois de atrevesar o fígado, é, por intermedio da veia supra-hepática, levado ao coração, que encerrado' num pericardio cartilagineo provido dos orificios indispensaveis para a passagem dos vasos, tem a forma dum cone de ponta arredondada.

O coração, inteiramente venoso, funciona como uma simples bomba aspirante-premente, interposta no circuito sanguíneo, e compõe-se de duas partes: uma aurícula e um ventrículo.

A aurícula fórra a face interna do pericardio, deixando a descoberto, única e simplesmente a face direita do ventrículo. O ventrículo, de forma pyramidal triédrica, de arestas arredondadas e base superior, é, como dissemos, na sua maior parte envolvido pela aurícula. Tanto a cavidade da aurícula como a do ventrículo, sam obstruídas por trabéculas musculares, que, anastomosando-se e entrelaçando-se em todas as direcções, lhes dam um aspecto esponjoso.

O orificio aurículo-ventricular é tapado por uma válvula membranosa, cujo bordo livre, franjado, está prêso à parêde interna do ventrículo por abundantes fios tendinosos.

Entre a aurícula e o ventrículo, intercala-se um reservatorio — o *seio venoso*, que é o ponto de confluencia das

---

(1) O estudo do systêma sanguíneo dos cyclóstomos é muito difficil, pelo simples facto do sangue coagular dentro dos vasos após a morte do animal, impedindo as injeccões necessarias para a dissecação.

veias que recolhem o sangue de todo o organismo. O *seio* communica directamente com a aurícula, por meio dum

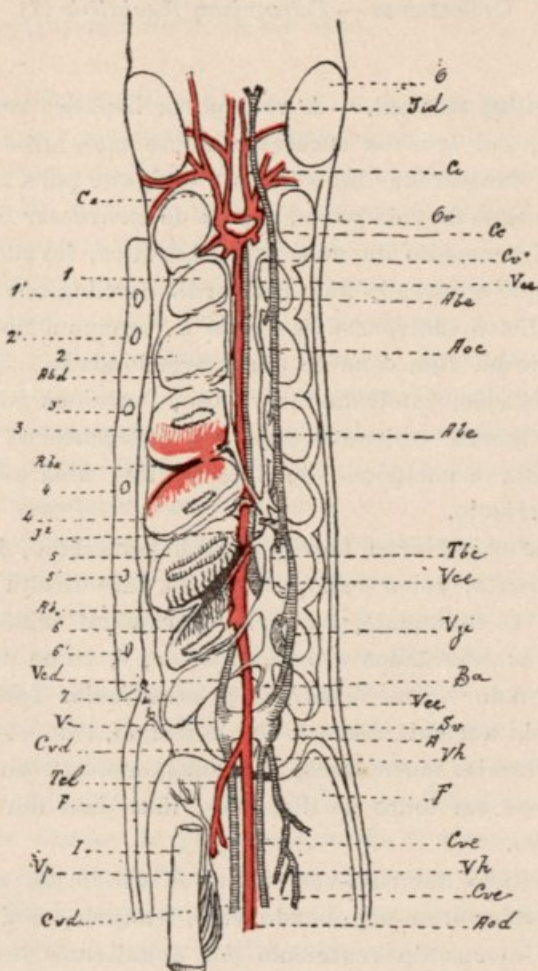


Fig. 14 — Eschêma do aparelho sanguíneo da *lampreia*, segundo C. VOGT e E. YUNG. O systema aórtico está em vermelho, o systema venoso sombreado, o systema do tronco branchial e o da veia porta em branco com os contornos a preto.

O, olho; *Jid*, ramo direito da veia jugular impar; *Ci*, carótida interna; *Ce*, carótida externa; *Ov*, ouvido; *Ce*, círculo das carótidas; *Cv*, carótida ventral (cortada); *Vce*, veia cardinal esquerda; 1-7, os sete saccos branchiaes; 1'-6', os espiráculos correspondentes; *Abe*, arteria branchial esquerda; *Aoc*, aorta cephalica; *Abd*, arteria branchial direita; *Tbc*, tronco branchial commum; *I'*, ramo esquerdo da veia jugular impar (cortado); *Vji*, veia jugular impar; *Ba*, bolbo arterial; *Ab*, capillares branchiaes; *Vcd*, veia cardinal direita; *Sv*, seio venoso; *A*, aurícula; *V*, ventrículo; *Cvd*, veia cava direita; *Vh*, veia hepática; *Tcl*, tronco coeliaco; *F*, fígado; *I*, intestino; *Cve*, veia cava esquerda; *Vp*, veia porta.

orificio com *duas* válvulas membranosas collocadas horizontalmente.

Do ventrículo destaca-se um conducto de côr esbranquiçada, constituído por tecido conjunctivo com fibras elasticas — o *bolbo arterial*. A sua superficie interior é lisa e ao nivel do ventrículo existem duas pequenas válvulas em forma de ninho de andorinha.

II. — Systêma paraneural. — *Circulação branchial*. — Em continuação do bolbo e conduzindo o sangue às guelras, encontra-se na linha média da *câmara branchial* o *vaso hypobranchial commum*, que ao nivel do quarto ósculo branchial se bifurca, continuando os dois ramos, até ao primeiro ósculo, o trajecto esboçado pelo tronco primitivo (1).

Do tronco inicial e dos dois ramos em que se divide, partem collateraes, os *vasos hypobranchiaes*, que se dirigem para os septos dos saccos branchiaes, onde levam o sangue venoso.

Este sangue, depois de arterializado convenientemente, entra nos *vasos epibranchiaes* que, atravessando os mesmos septos, se vam lançar na aorta; exceptua-se o primeiro vaso epibranchial que recebe unicamente o sangue do folhêto superior da vesícula correspondente, e que em lugar de se dirigir para a aorta, communica directamente com a carótida (2).

---

(1) Alguns auctores chamam àquelle vaso *arteria branchial commum* e designam por *arterias branchiaes* os ramos que delle se destacam para as guelras, para denominarem *veias branchiaes* os vasos que saíndo das guelras com sangue arterial dam origem à aorta.

Esta nomenclatura é incorrecta, pois está em desacôrdo não só com a natureza do conteúdo sanguíneo destes vasos, como também com a direcção da corrente.

Achamos por este motivo preferível a designação de *vasos hypobranchiaes* e *epibranchiaes* proposta por ROULE.

(2) Note-se porém que nas *lampreias novas* o primeiro vaso epibranchial communica também com os restantes e que sòmente se isola delles quando o indivíduo attinge o estado adulto,

Os differentes vasos epibranchiaes, convergindo para a linha média dam origem à aorta, que se estende por deante da corda dorsal desde a placa basilar do crânio até à extremidade da cauda.

Em toda a extensão deste trajecto a aorta fornece arteríolas dispostas metamèricamente, e arterias mais volumosas que irrigam a cabeça e as differentes vísceras.

A circulação cephálica é muito complexa: a aorta, ao nível da primeira guelra, divide-se em dois ramos que, attingindo a extremidade superior da corda dorsal se põem em communição directa por intermedio duma anastomose transversal, fechando o chamado *círculo carotidiano*. É precisamente no ponto de bifurcação da aorta que desemboca o primeiro vaso epibranchial.

Do círculo carótidiano partem, de cada lado da linha média, três ramos:

a) A *carótida anterior*, que se distribue à região lingual;

b) A *carótida externa*, que, conservando-se sempre extra-crânica, irriga as regiões orbitaria, buccal e lingual;

c) A *carótida interna*, que, acompanhando a porção terminal da corda, entra no crânio e, enviando ramos ao *orgão auditivo*, termina em duas arterias, uma para o olho e outra para o encéphalo e suas dependencias.

A *circulação abdominal* faz-se pelo *tronco coeliaco*, que se destaca da aorta sobre a face posterior do coração, ao nível do seio venoso.

A irrigação do systema uro-genital é feita à custa de arterias que, destacando-se directamente da aorta abdominal, se dirigem para aquelles órgãos.

III. Systema cardial. — *Circulação venosa*. — Pode-se dizer dum modo geral que as *veias* seguem o trajecto das arterias, e assim às differentes carótidas correspondem as *veias jugulares internas, externas e anteriores*; e às *arteriolas metaméricas* correspondem *vênulas* dispostas do mesmo modo.



Ha contudo certas particularidades, principalmente na circulação venosa occipital, que é interessante registrar.

Em primeiro lugar, notaremos que ao círculo carotidiano não corresponde um círculo venoso semelhante, e que, por esse mesmo facto, as veias correspondentes às carótidas se lançam nas duas *veias cardiaes*, que, acompanhando dum e doutro lado a aorta, terminam no *seio venoso*.

As duas veias cardiaes junta-se uma terceira, a *veia jugular impar*, que resume a circulação venosa da região occipital, onde tem origem por dois ramos, um direito e outro esquerdo, que, contornando o *bastonete lingual*, se reúnem ao nível do quinto sacco branchial num tronco que termina no seio venoso, ao lado da veia cardial esquerda.

A circulação *venosa abdominal* é feita pelas *veias cavas*, que, acompanhando o trajecto da aorta abdominal, desembocam no seio venoso em frente das cardiaes, de que parecem continuação. Ao nível da *região anal*, as duas veias cavas reúnem-se num só tronco, que recebe as *vênulas* correspondentes às arteríolas metamerizadas da cauda.

Como se reconhece facilmente, ainda neste caso a symetria do systema não é completa, apesar de bastante elevada.

### CAPITULO III

#### Histologia

No systema sanguíneo dos vertebrados ha a considerar duas coisas: — os *conductos sanguíneos* e o *líquido circulante*, isto é, os *vasos* e o *sangue*, cuja análise histológica faremos em separado, começando pelos primeiros.

Estructura histologica dos conductos sanguíneos. — *Coração*. — A

parêde do coração é constituída por uma camada muscular, recoberta exteriormente pelo *pericárdio*, que lhe adhere intimamente, e limitada interiormente por uma assentada conjunctiva, revestida de endothélio, denominada *endocárdio*.

A espessura das *parêdes* do músculo cardíaco varia muito com a região que se considera, o que necessariamente está em relação com a quantidade de fôrça, que esse músculo terá de desenvolver para pôr o sangue em circulação. Assim, nos vertebrados cujo coração é quadricular, as parêdes das aurículas sam sempre duma espessura muito menor que a dos ventrículos e ainda as parêdes das cavidades direitas muito menos espessas que as das esquerdas. O mesmo se dá com os outros vertebrados, notando-se sempre uma correlação íntima entre as espessuras das parêdes das differentes cavidades cardíacas e a importancia da circulação.

As *fibras* que constituem o músculo cardíaco sam estriadas, curtas, sem myolêmma, com um só núcleo e anastomosam-se em todos os sentidos formando uma rêde.

Como se vê têm caracteres completamente oppostos (exceptuando a estriação) aos dos músculos dos membros, do tronco, etc.

O *endocárdio* é constituído por uma lâmina conjunctiva com fibras musculares lisas, ligada pela sua superficie exterior ao músculo cardíaco, e revestida interiormente por um endothélio, que se continúa com a túnica interna dos vasos que se abrem na cavidade cardíaca.

A superficie interna da parêde cardíaca não é lisa, antes pelo contrario as fibras musculares mais interiores se dispõem de modo a constituír pequenos cordões, denominados *columnas carnudas* ou músculos papillares, que, sobresaíndo na cavidade cardíaca, a obstruem mais ou menos completamente.

Alguns destes músculos papillares adherem em todo o seu comprimento à parêde, outros sómente pelas extremidades e, finalmente, outros constituem como que pontes lançadas duma parêde à parêde opposta.

Nos vertebrados inferiores as columnas carnudas sam abundantíssimas na cavidade ventricular e, anastomosando-se em todos os sentidos e direcções possíveis e imagináveis, dam ao ventrículo uma estrutura esponjosa por entre cujas malhas circula o sangue.

Á maneira porém que vamos avançando na escala, a distribuição dos músculos papillares vae-se tornando menos irregular, a ponto de nos vertebrados superiores se encontrarem de preferencia na ponta dos ventrículos.

Em geral, os músculos papillares das parêdes das aurículas sam menos abundantes e menos volumosos que os das parêdes ventriculares.

Em alguns casos a cavidade ventricular é, por assim dizer, *virtual*, e este facto está em relação com a ausencia de *vasos* destinados à nutrição do coração, vasos que existem sòmente nos vertebrados superiores, porquanto nos inferiores a estrutura esponjosa do ventrículo os dispensa.

Os *orificios cardiacos* sam, em geral, munidos de válvulas.

Pelo que respeita a estas válvulas temos a dizer que representam dependencias do endocárdio e correspondem a pregas desta membrana. Muitas vezes o tecido conjunctivo do eixo das válvulas torna-se sufficientemente resistente de modo a dár à válvula a rigidéz necessaria.

*Arterias, veias e capillares.* — As parêdes das arterias sam, dum modo geral, constituídas por uma trama conjunctivo-muscular disposta em camadas.

Ordinariamente em número de três, estas camadas sam: *a)* uma externa conjunctiva; *b)* outra interna também conjunctiva e revestida por um endothélio; *c)* outra média de fibras musculares lisas mergulhadas numa trama conjunctiva de estructura variavel segundo os casos.

Assim, nas arterias próximas do coração, predominam as fibras elásticas enquanto que as musculares sam raras; pelo contrário, nas arterias mais periphéricas, a camada média é relativamente rica em fibras musculares, orientadas transversalmente com a direcção do vaso.

As *veias*, de contornos *menos nítidos*, — podendo muitas vezes dizer-se que não têm parêdes próprias, sendo então verdadeiros *seios* interorgânicos, — têm uma estrutura também menos especializada.

As suas parêdes são formadas por uma trama conjuntivo-muscular, revestida interiormente por um endothélio. As fibras musculares orientam-se de varios modos, notando-se porém, em certos casos, o predomínio da direcção transversal.

Muitas veias têm *válvulas* no seu interior, cujo fim é facilitar o accesso do sangue ao coração. Essas válvulas consistem em simples pregas do endothélio que reveste a parêde interna destes vasos.

Pelo que respeita aos *capillares*, canálculos microscópicos, que ligam as arterias com as veias, anastomosando-se em todos os sentidos nos interstícios dos tecidos, são constituídos por uma parêde endothelial contínua, muitas vezes cercada por uma *basal* apreciavel.

Sangue e glóbulos. — O sangue é um líquido vermelho, que coagula pouco tempo depois de extraído do organismo, e que, histològicamente, se pode considerar um tecido de substancia intercellular líquida.

De reacção alcalina e sabor ligeiramente salgado, o sangue tem uma côr variavel, *vermelho vivo* para o sangue arterial e *vermelho escuro, quasi negro*, para o venoso.

Immobilizando uma rã por qualquer processo mechânico ou physiológico, fazendo-lhe uma incisão na região abdominal, extraíndo uma ansa intestinal e fixando-a sobre o contorno dum orificio aberto numa lâmina de cortiça, obtém-se a disposição *clássica* para o exame histològico do sangue.

Podíamos também servir-nos da membrana interdigital ou da língua.

Observando a circulação nos capillares, vê-se que o sangue se compõe de duas partes distinctas. Uma é líquida e arrasta na sua corrente a outra, constituída por duas ordens de elementos figurados: uns incolôres, pouco nu-

merosos, sam os *glóbulos brancos* ou *leucócytos*; outros muito abundantes, duma côr amarello-rosada, sam os *glóbulos vermelhos* ou *hemátias*.

*Hemátias*. — Os *glóbulos vermelhos* foram descobertos em 1673, por LEEUWENHOCK, que os estudou no homem e noutros vertebrados.

Estes *glóbulos* sam característicos dos vertebrados, mas a sua forma, dimensões e constituição sam muitíssimo variáveis.

Todas estas variações se podem porém agrupar em tórno de duas modalidades, uma correspondendo aos vertebrados *vivíparos* e outra aos *ovíparos*.

No homem os *glóbulos vermelhos* têm a forma de *discos* ou *lentes biconcavas*, de  $7\mu$  de diâmetro aproximadamente, e duma côr vermelho-alaranjada.

A côr das *hemátias* é devida a uma substancia albuminoide em cuja composição entra o *ferro*, — a *hemoglobina*, que desempenha um papel importantíssimo no phenomeno da respiração.

Os *glóbulos* do *vermelhos* homem apresentam ao microscópio um aspecto homogénio, sem *núcleo* nem *membrana celular* apreciável.

A agua exerce uma acção importante sobre as *hemátias*: revela a existencia dum *estrôma* que funciona como uma esponja a respeito da *hemoglobina* que é dissolvida.

Examinando ao microscópio os *glóbulos vermelhos* da rã ou doutro qualquer vertebrado *ovíparo*, reconhece-se que a descrição feita não lhes é adaptável.



Fig. 15. — Glóbulos vermelhos da *enguia* (1).



Fig. 16. — Hemátias da *lagartixa*.

(1) Nas preparações do sangue, usamos o processo de fixação pelo calor e o de dupla coloração pela *eosina* e *verde de methylo*. A ampliação em todas as gravuras é de 560 diâmetros.

Com effeito os glóbulos da rã, quando vistos de frente, sam ellípticos; vistos de perfil apresentam um aspecto *fusiforme*, o que é devido à existencia dum *núcleo*, muito apparente quando o glóbulo é visto de frente.



Fig. 17. — Glóbulos vermelhos da *gallinha domestica*.

Este núcleo faz com que as hemátias da rã sejam *biconvexas*, em lugar de serem *bicôncavas* como no homem.

O núcleo das hemátias da rã é ovoide e incolor, com um ou dois nucléolos; o carmin córa-o dum modo especial, não sendo porém possível distinguír nelle a rêde de chromatina.

A hemoglobina não cora o núcleo, que occupa a zona central da hemátia. As dimensões sam de  $\frac{22}{15} \mu$  em média.

Reagentes apropriados põem em evidencia uma *membrana*, que entretanto não é isolavel, e que mais naturalmente é constituída por uma zôna de protoplasma condensado.

Vê-se, pois, que o glóbulo vermelho da rã tem a significação morphológica duma *célula* que, especializando-se de modo a tornar-se apta a exercer a função respiratória (embebendo-se de hemoglobina), perdeu a faculdade de se *dividir*.

O glóbulo vermelho do homem não representa a mesma coisa; não é uma célula incapaz de se reproduzir e que por qualquer processo perdesse o núcleo: verêmos que a sua significação é outra, quando estudarmos a *hematopoiése*.



Fig. 18. — Hemátias do homem.

Todos os vertebrados têm glóbulos que pertencem a um destes dois typos estudados; e o que ainda é mais interessante é que estes dois typos se distribuem na série dos vertebrados, dum modo que deixa immediatamente entrever que alguma relação existe entre a forma dos glóbulos e a posição do animal na escala.

Assim todos os mammíferos, com excepção da familia

dos *camelídeos*, têm glóbulos discoides, bicôncavos, sem núcleo; o que varia duns para outros sam unicamente as dimensões. Os *camelídeos*, têm ainda glóbulos bicôncavos, sem núcleo, mas ellípticos.

Todos os *vivíparos* têm, pois, glóbulos vermelhos sem núcleo.

As *aves*, os *reptís*, os *amphíbios*, etc., todos os vertebrados *ovíparos*, possuem hemátias nucleadas. Os das *aves*, sam ellípticos, bicôncavos, de  $\frac{15}{7}$  ou  $8 \mu$  em média, de núcleo difficilmente visível.

Os dos *amphíbios* têm por typo os da rã, já descritos.

Os dos *peixes* sam tambem ellípticos.

Os *cyclóstomos* teem hemátias discoides nucleadas.

*Glóbulos brancos e hematoblastas.* — Se examinarmos o sangue em circulação nos capillares do mesentério da rã, ou numa preparação histológica, distinguem-se à mistura com as hemátias, células globulosas, incolores, de reflexos argentinios. Sam os glóbulos brancos, os *leucócytos*.

Estes glóbulos, de que existem typos múltiplos, variam de forma e de aspecto conforme as circunstancias: assim, quando se encontram na parte central dos vasos, sam esféricos; naquelles pontós porém onde a corrente sanguínea é fraca, encostam-se às parêdes vasculares, acham-se, emittem pseudópodos — *movimentos amiboides*, — e, por intermédio destes, insinuam-se por entre os elementos das parêdes dos vasos que atravessam — *diapedese*.

Os glóbulos brancos (polynucleares) sam *phagócytos*, e podem considerar-se como células sem membrana contendo granulações diversas, glycogénio e um núcleo de aspecto particular.

Este núcleo tem a forma duma *morella* mais ou menos longa, mais ou menos dobrada sobre si mesma, com dilatações e estrangulamentos (RANVIER).

Segundo a maioria dos auctores os glóbulos brancos reproduzir-se ham pelos dois processos de divisão, *directa* e *indirecta*; mas é muito raro encontrar no sangue normal formas *mitósicas* e ha grandes controvérsias a respeito

do modo de reprodução das differentes variedades de leucócytos (1).

Existem três variedades principaes de leucócytos, e conhecem-se todos os typos intermédios que estabelecem a transição dumas para as outras. Essas variedades sam:

a) Os *lymphócytos*, de corpo protoplásmico muito reduzido e núcleo esphérico muito grande: não possuem movimentos amiboides e não sam por este motivo phagócytos. Chamam-se assim por serem muito abundantes nos ganglios lympháticos, e também têm sido designados por *leucoblastas*, por serem a origem de todos os outros glóbulos brancos.

b) Os *leucócytos mononucleares*, de protoplasma finamente granuloso e núcleo grande, ovoide ou redondo, muitas vezes em forma de rim ou de fava: têm movimentos amiboides enérgicos, phagoeytose. Divisão *caryocinética* do núcleo (2).

c) Os *leucócytos polynucleares*, já descriptos, muito amiboides e phagócytos.

Dos polynucleares existem três variedades: *neutróphilos*, *eosinóphilos* e *basóphilos*.

α) *Neutróphilos*. — Granulações finas não coraveis pelos reagentes ordinarios ácidos ou básicos, nem pelos reagentes metachromáticos.

β) *Leucócytos eosinóphilos*. — Têm o aspecto dos precedentes, distinguindo-se delles porém pela existencia de grossas granulações, refringentes, intensamente coraveis pela eosina; pouco amiboides e não phagócytos.

γ) *Basóphilos*. — Protoplasma caracterizado pela existencia de granulações *basóphilas metachromáticas* γ. As granulações basóphilas seleccionam os reagentes básicos corando-se differentemente do pigmento; as γ sam constituídas por corpúsculos de dimensões desiguaes, irregularmente repartidos no protoplasma.

---

(1) H. GEORGES, *Précis de hématologie et de cytologie*, pag. 80.

(2) M. DUVAL, *Précis d'histologie*, pag. 659.



*Hematoblastas.* — Foi MAX SCHULTZE quem descobriu em 1865 esses pequenos corpúsculos existentes no sangue conjuntamente com os glóbulos, a que HAYEM chamou hematoblastas, por os considerar a origem das hemátias, como realmente sam.

Os hematoblastas destroem-se rapidamente depois da extracção do sangue e para se observarem deverão fixar-se pelo acido ósmico. Do mesmo modo que os glóbulos rubros, os hematoblastas differem dos mammíferos para os vertebrados ovíparos.

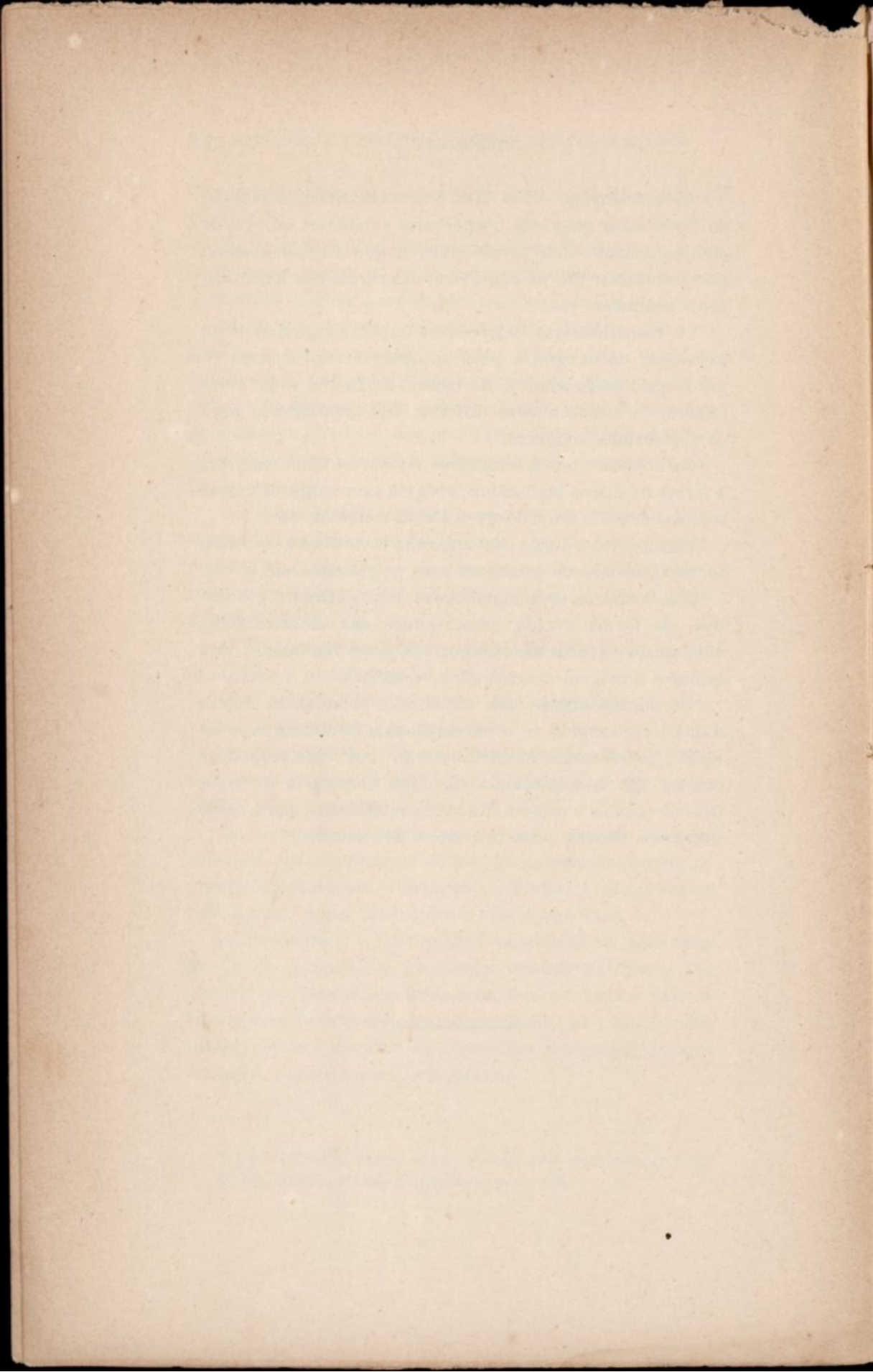
No homem e nos mammíferos vivíparos, tẽem em geral a forma de discos bicôncavos, todavia sam vulgares outras fórmas, como a de grão de arrô, estrellados, etc.

Sem núcleo e duma côr amarello-esverdeada, exhibem todas as formas de passagem para os glóbulos vermelhos.

Nos ovíparos os hematoblastas sam elementos alongados, de forma ovoide, ponteagudos nas extremidades; com núcleo e alterando-se com extrema facilidade; sam também a origem dos glóbulos vermelhos.

Os hematoblastas sam sobretudo abundantes depois duma forte sangria, e, como se vê, sam elementos de *transição*; representam *hemátias novas*. Pelo que respeita à origem dos hematoblastas, torna-se necessario conhecer primeiramente a origem dos vasos sanguíneos, para então podermos abordar com proveito o seu estudo.

---



PARTE II

CINEMÁTICA DO SYSTEMA SANGUÍNEO  
DOS VERTEBRADOS

11. 11. 11

RESEARCH DEPARTMENT  
AND RESEARCH

## CAPITULO I

### Generalidades

O repouso absoluto não se concebe e por consequencia é inadmissivel que esta ideia se possa applicar às propriedades dos sêres vivos.

Se em Estática nós considerámos essas propriedades como estaveis, foi porque abstraímos precisamente de tudo quanto nos poderia dar uma ideia do seu movimento.

Considerámos como absolutamente constantes qualidades que sam unicamente as mais constantes, *annullando* assim grandezas que devíamos antes tratar como *infinitamente pequenas*, quem sabe se de differentes ordens, grandezas que seria necessario medir e estudar.

Se assim tivéssemos procedido, reconhecer-se-ia que as qualidades desprezadas sam simplesmente *infinitamente pequenas* com respeito à *sua frequencia*, isto é, com respeito ao *número de vezes* que sam reconheciveis.

Por consequencia, se em Estática pudémos construir subjectivamente um prototypo abstracto, para um conjuncto de qualidades dadas, combinando as mais *frequentes*, devemos também determinar o *desvio* que cada realidade apresenta desse prototypo, considerado como origem commum.

Effectuando essas medidas, verificamos que os objectos reaes se affastam sempre em quantidades variaveis do prototypo abstracto e, por consequencia, se o prototypo se considerar como um ponto fixo de reparo, as diversas

realidades representam os differentes estados dum movimento em relação a elle.

Já vimos como a Estática é susceptível de nos fornecer estes pontos de reparo.

Em Cinemática continuamos abstraíndo da acção que as condições ambientes possam exercer sôbre as qualidades dos seres vivos; tratâmos simplesmente de as medir e comparar entre si.

Mas se isolamos os seres vivos no *cosmos*, não deixamos porém de attender às noções de *variação* e de *tempo*.

Não se poderá entender o que seja a *variação* sem definir o que seja o *typo*, considerando aquella como um desvio do *typo*.

Os trabalhos recentes de GALTON, DAVENPORT, DUNCKER, BATESON, e muitos outros naturalistas que se têm dedicado ao estudo da *variação orgânica*, mostram que o *valor médio* duma qualidade corresponde em geral ao caso mais frequente.

Devemos porém observar que muitos casos ha (1) em que as curvas de frequencia não sam conformes com a lei que regula a probabilidade dos erros de observação — cuja equação é a da curva normal de frequencia de PEARSON.

Dum modo geral encontramos *curvas normaes* quando as nossas investigações recâem sôbre qualidades *universalmente* espalhadas, e então não nos devemos reprehender se, tomando os indivíduos *ao acaso*, as curvas de frequencia fôrem do mesmo *typo* que as de probabilidade dos erros; o contrário é que seria para admirar.

Mas se em lugar de fazermos como GALTON, na construcção das suas curvas, tomarmos uma qualidade peculiar a um número restricto de indivíduos, por exemplo, a habilidade de desenhar, deixando ainda ao acaso a escolha dos indivíduos, acharêmos outra forma de curva e a média não corresponderá ao maior número.

---

(1) PEARSON, *Philosophical transactions of the Royal Society of London*.

Isto quer dizer que as qualidades a respeito das quaes formâmos a noção de *typo* sam aquellas cuja média coincide com o maior número, e por este motivo as curvas de frequencia sam a *medida da abstracção humana e podem servir para verificar a sua justeza* (1).

Deste modo se, medindo uma qualidade dada sôbre um conjuncto de indivíduos tomados ao acaso, obtivermos uma curva *unimodal* (de um só vértice), podemos concluir que a abstracção relativa a essa qualidade é bem fundada; a recíproca não é porém verdadeira (2).

Este facto tem bastante interesse por mostrar dum modo palpavel, que não devemos (como fizemos em Estática) considerar uma qualidade dada como um ponto fixo, mas sim como um *máximo* duma série.

\*

As curvas de frequencia costumam construir-se a respeito duma qualidade dada, numa espécie dada e numa determinada época. Ora os factos demonstram que o tempo influe sobre a grandeza e frequencia das qualidades dos seres vivos, e por isso o problêma da variação para ser tratado com toda a sua generalidade deve abranger todos os tempos. A lei da variação (3) será portanto definida por uma superficie cuja equação é

$$F(\gamma, \varphi, \theta) = 0,$$

onde

$\gamma$  = à grandeza da qualidade;

$\varphi$  = à frequencia;

$\theta$  = ao tempo.

É claro que o problêma pôsto nestes termos é duma

(1) HOUSSAY, ob. cit., pag. 254.

(2) PEARSON demonstrou a existencia de curvas dum só vértice susceptíveis de decomposição noutras mais simples.

(3) AMANN, *Journal de botanique*, XIII année.

difficuldade extraordinaria, mas nem por isso deixa de ser possivel de resolver.

Em geral costuma simplificar-se, e, em logar de se estudar a superficie completa, limitamo-nos às suas secções por um plano.

Assim, em paleontologia é dada em geral  $\gamma$ , isto é, a grandeza duma qualidade ou dum conjuncto de qualidades susceptiveis de definir em grupo — typo, classe, ordem, género, espécie, etc., e estuda-se a sua frequencia em função do tempo, procurando *quantos* representantes existiram em cada época geológica, isto é, considerando curvas taes como

$$\begin{array}{ll} F(\gamma, \varphi, \theta) = 0, & F(\gamma, \varphi, \theta) = 0, \\ \gamma = a; & \gamma = b. \end{array}$$

Sam desta natureza as curvas paleontológicas de CRE-DNER (1).

Em zoologia, pelo contrario, liga-se pouca importancia aos valores da frequencia e por isso as qualidades da forma *amphioxo*, por exemplo, têm o mesmo interesse zoológico que as da forma *insecto*. Em zoologia suppõe-se  $\varphi = 1$ , o que corresponde a determinar curvas da forma

$$\begin{array}{l} F(\gamma, \varphi, \theta) = 0, \\ \varphi = 1. \end{array}$$

As curvas desta natureza sam *ramosas*.

As condições especiaes requeridas pelos processos de *fossilização* limitam, até em certo ponto, a possibilidade da resolução do problêma no seu conjuncto.

Assim, ao passo que é possivel em quasi todos os casos construir curvas paleontológicas de *frequencia*, as curvas relativas à grandeza das qualidades sam em geral impossiveis de obter.

---

(1) HOUSSAY, ob. cit., pag. 257.



Conseguem-se quando muito séries particulares, que ainda sam de bastante interesse philosophico, por constituírem uma verificação objectiva da curva de conjuncto, que se obtém pela substituição do *tempo embryológico* ao *paleontológico*. O critério que auctoriza esta substituição repousa essencialmente sôbre a *lei de FRITZ MÜLLER*.

Pondo de parte os problêmas relativos à paleontologia, por não nos interessarem directamente, e entrando propriamente em assumptos de character zoológico, temos a considerar dois casos, conforme se tem em linha de conta, ou não, a *frequencia* das qualidades dos sêres vivos.

No primeiro caso, que sómente se pode estudar dum modo completo em *Dynâmica* por ser necessario recorrer à acção do meio ambiente, o estudo das qualidades dos sêres vivos corresponde a construir superficies taes como

$$F(\gamma, \varphi, \theta) = 0.$$

No segundo caso limitamo-nos a construir curvas taes como

$$\begin{aligned} F(\gamma, \varphi, \theta) &= 0, \\ \varphi &= 1; \end{aligned}$$

e por isso tanto interesse merecem as formas normaes como as aberrantes ou monstruosas.

A *Cinemática* estuda pois os mesmos objectos que a *Estática*, isto é, *forma, estructura e funcções*, e pela consideração do tempo, a *Embryologia*, que tem por objecto determinar a grandeza das variações orgánicas, em funcção do tempo, isto é, construir curvas definidas pelas equações

$$\begin{aligned} F_1(\gamma, \varphi, \theta') &= 0, \\ \varphi &= 1; \end{aligned}$$

onde  $\theta'$  representa o tempo embryológico.

Verêmos que é possivel identificar as curvas embryológicas com as paleontológicas, pela simples consideração

do tempo, isto é, as curvas

$$\left\{ \begin{array}{l} F_1(\gamma, \varphi, \theta') = 0, \\ \varphi = 1; \end{array} \right. \quad \left\{ \begin{array}{l} C + KF(\gamma, \varphi, \theta) = 0, \\ \varphi = 1; \end{array} \right.$$

onde  $\theta$  e  $\theta'$  estão ligados pela relação  $\theta = n\theta'$  e  $n$  é sufficientemente grande. Compreende-se pois a importancia extraordinaria da *Embryologia*.

Os estudos da forma em Cinemática obrigam-nos portanto a *imaginar uma continuidade* no espaço e no tempo, que a Estática até certo ponto encobria.

A *Teratologia* é também um capítulo da Cinemática dos mais instructivos.

Todos os *typos* (1) que têm existido na série geológica dos tempos, existem na natureza actual, e reciprocamente (2); de modo que, se por um momento não tivessemos em consideração mais do que os caracteres dos typos, supprimindo a questão de frequencia, o estudo dos animaes actuaes comportaria todos os assumptos dignos de menção numa investigação de conjuncto abrangendo todos os tempos.

Dum modo empírico, pela applicação do método natural, attendendo a todas as qualidades, sem nada desprezar, pondo em evidencia todos os intermediarios que podem suggerir a ideia de continuidade, obtém-se uma disposição serial em tudo parallela às que se obteriam para as differentes embryogenias.

É precisamente esta harmonia entre os *dados* da embryologia e as *combinações* da anatomia comparada que é expressa pela *lei de SERRES*.

(1) Referimo-nos às grandes divisões do mundo orgânico.

(2) Já não succede o mesmo para as classes, por exemplo, dalgumas das quaes não existem representantes na natureza actual.

Como se vê esta lei exprime unicamente a concordancia entre uma *symbolica* e *um facto*.

A lei de FRITZ MÜLLER exprime porém mais alguma cousa e é nisso que está a differença entre as duas, muitas vezes confundidas. Vejamos.

Se dentro de cada typo compararmos, quer embryològicamente, quer paleontològicamente, as differentes classes entre si, achamos curvas taes como

$$\begin{array}{ll} F_1(\gamma, \varphi, \theta') = 0, & F(\gamma, \varphi, \theta) = 0, \\ \varphi = 1; & \varphi = 1; \end{array}$$

perfeitamente coïncidentes, com a condição de ser  $\theta = n\theta'$  e  $n$  sufficientemente grande.

Por consequencia, dentro de certos limites, isto é, para valores de  $\gamma$  que satisfaçam à relação

$$\gamma_1 < \gamma < \gamma_2,$$

as funcções  $F_1$  e  $F$  sam idénticas.

Isto pôsto, a *lei de SERRES* exprime, que na comparação dos *typos* entre si, a funcção  $F_1$  conhecida não difere da funcção  $F$  desconhecida.

É uma hypóthese sim, mas tão bem fundamentada como a que estabelece a Mathemática, quando admitte que duas rectas parallelas se encontram no infinito. (1).

Ora a lei de FRITZ MÜLLER, envolve esta hypóthese e mais a da *evolução*, porquanto se enuncia: *O desenvolvimento dum sêr, repete os phenómenos que se passaram no decurso do desenvolvimento da sua raça, no tempo.*

O método embryològico seria por consequencia infalível se, para avaliarmos da importancia de cada orgão, não tivéssemos abstraído em Cinemática do meio ambiente, o qual, pelas suas acções sôbre os sêres vivos, pode determinar desvios que intercallando-se num momento qualquer do tempo  $\theta'$ , perturbam a lei da sua relação com  $\theta$ .

(1) HOUSSAY, ob. cit., pag. 266.

Á Dinâmica cumpre neste caso determinar o que é próprio da acção do meio, e só então nos devemos pronunciar sobre a significação das séries embryológicas em questão.

## CAPITULO II

### Continuidade de forma no systema sanguíneo dos vertebrados

O método cinemático applicado aos estudos da forma e das differentes qualidades dos animaes, obriga-nos a considerá-las como grandezas contínuas, e por isso antes de qualquer outro assumpto, terêmos que verificar até que ponto esta noção de continuidade é verdadeira.

O systema circulatorio fundamental dos vertebrados tal como o descrevemos liga-se ao dos outros animaes por intermédio do *amphioxo*, exquisito habitante do fundo dos mares (1), de que se conhecem poucas espécies, uma das quaes, o *A. lanceolatus*, é commum nos mares da Europa.

#### O amphioxo

A parte superior do aparelho digestivo dá origem a um sacco (pharynge), que se estende até ao meio do corpo e termina por um funil no fundo do qual se abre o esophago.

As parêdes lateraes da pharynge sam crivadas por numerosas fendas transversaes (2), que, atravessando a

---

(1) Não é só por este caracter que o amphioxo faz a passagem para os vertebrados, porquanto numerosos outros, de que não temos de nos occupar estam no mesmo caso.

(2) Segundo YVES DELAGE, existem 180. Devemos notar que

sua espessura, põem em communição a porção superior do tubo digestivo com a *cavidade peripharyngica*, dependencia dos tegumentos.

As divisões que separam as fendas branchiaes sam de duas espécies: a) os *septos interbranchiaes*, correspondendo às *fendas branchiaes primarias*; b) e as *linguetas interbranchiaes* correspondendo às *fendas branchiaes secundarias*.

Na sua origem todas as fendas sam primarias, isto é, separadas unicamente por *septos*; mas depois, no decurso da *ontogenia*, nascem por gemmiparidade no bordo posterior das fendas primarias, as linguetas interbranchiaes que dividem cada fenda primaria em duas.

As fendas branchiaes sam recortadas por *synaptículos* que, partindo dum septo para outro, cruzam a face interna das linguetas; além disto os *synaptículos* duma fenda branchial, alternam com os das que estão antes e depois.

As parêdes branchiaes sam sustentadas por um esqueleto especial formado por bastonetes situados no interior dos *septos* e cuja direcção acompanham.

O systêma sanguíneo do amphioxo compõe-se essencialmente dum vaso antineural destinado a receber o sangue venoso do organismo e dum vaso paraneural, a aorta, com as carótidas.

Entre estes dois vasos, fica comprehendido o aparelho branchial.

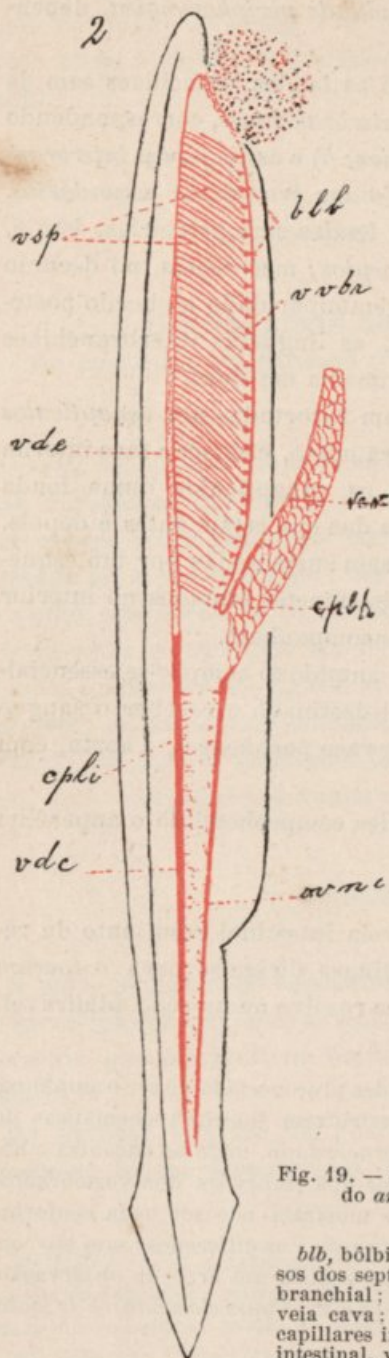
I. Systêma antineural. — A veia intestinal resultante da reunião dos capillares intestinaes dirige-se para o *coecum hepático* em cujas parêdes se resolve numa rêde admiravel.

---

alguns auctores, levados pela idea preconcebida de ser o amphioxo uma *forma de passagem*, construíram figuras eschemáticas do systêma sanguíneo daquelle *procordado*, onde se encontra o número normal de arcos aórticos dos embryões dos vertebrados. Ora as investigações recentes mostram não ser nada conforme com a realidade uma tal organização e as differenças sam tão consideraveis que difficilmente se explica um erro de observação. Veja-se, por exemplo: RÉMY PERRIER, *Cours élémentaire de zoologie*, pag. 562.

O sangue destes capillares é recolhido pela *veia cava* que vae do vértice do coecum hepático até à base, onde, recurvando-se para cima, constitue o canal hypobranchial.

A veia intestinal funciona com uma veia porta.



II. Systema paraneural. —  
*Apparêlho branchial.* —  
 Na face anterior da pharynge existe um canal sanguíneo longitudinal, pulsatil, o *canal hypobranchial* que fornece ramificações lateraes destinadas às divisões septaes das guelras. Os vasos septaes nascem por um curto tronco commum, com um pequeno orgão pulsatil, o *bôlbilho*, e sam em número de três para cada *septo*: a) o *vaso septal externo*; b) o *vaso septal médio* que caminha numa ranhura da aresta interna do esqueleto se-

Fig. 19. — Eschêma do systema circulatorio do *amphioxo* (segundo DELAGE)

*blb*, bôlbilhos dos vasos dos septos; *vsp*, vasos dos septos das guelras; *vbr*, vaso hypobranchial; *vde*, raiz aórtica esquerda; *vce*, veia cava; *cplh*, capillares hepáticos; *cpli*, capillares intestinaes; *vde*, aorta; *vni*, veia intestinal, veia porta.

ptal; c) e o *vaso septal interno* situado por debaixo do *epithélio pharyngico*.

As linguetas falta o *vaso externo* e o *médio* caminha no interior da vareta esquelética que é ôca. O *vaso septal interno* tem duas raízes, uma, já descripta, proveniente do bôlbilho e outra, a mais importante, que nasce directamente do *vaso hypobranchial*.

Os vasos das linguetas recebem também sangue doutros vasos que caminham nos *synaptículos* e não tem relações directas nem com os bôlbilhos nem com o *vaso hypobranchial*.

Todos estes vasos branchiaes se reúnem do outro lado da pharynge formando as raízes aórticas que convergindo uma para a outra se anastomosam ao nível da extremidade inferior da pharynge e o tronco resultante continúa o seu trajecto sôbre a face posterior do intestino esgotando-se em ramificações.

As raízes aórticas prolongam-se na região da cabeça como carótidas, cujos trajectos não estão ainda bem estabelecidos, mas parece, segundo os trabalhos modernos de VAN WJHE (1), que differem da carótida esquerda para a direita.

Segundo aquelle auctor a *carótida esquerda* seguiria até ao nível da bôca o trajecto iniciado e ahi terminaria lançando uma anastomose transversal à carótida direita, por cima da corda; a *carótida direita* forneceria por cima da pharynge um *divertículo* em bitesga, e continuando o seu trajecto daria uma *rêde admiravel* na fosseta de HATSCHKE (2) e arteríolas para os cirros buccaes direitos e esquerdos, terminando por uma anastomose com a *carótida esquerda*.

III. Systêma cardial. — Não tem sido descoberta nem veia cardial, nem veia cava abdominal, nem dilatação car-

---

(1) YVES DELAGE, *Zoologie concrète*, VIII. *Les Procordés*, pág. 97.

(2) Y. DELAGE, ob. cit. VIII, pag. 97.

díaca; contudo LEGROS (1) descreve uma disposição que pode ser considerada como uma *veia cardial*.

O sangue é incolor contendo alguns *amœbócytos* e segundo ROHON também alguns *glóbulos rubros*.

### Os dipneustos

As modalidades do systema sanguíneo que caracterizam as diferentes classes de vertebrados não sam isoladas; pelo contrário, constituem uma série de complexidade crescente, onde as transições duns termos para os outros sam insensíveis, e estão intimamente ligadas à natureza da respiração.

Nos vertebrados inferiores, que respiram unicamente por *guelras*, o coração é *simplex* e *venoso*, com duas cavidades, uma aurícula e um ventrículo.

Os *vasos branchiaes*, ou *arcos aórticos*, dispostos aos pares dum e doutro lado do apparatus respiratorio, levam à aorta o sangue arterializado.

Nos vertebrados de *respiração pulmonar*, as coisas complicam-se um pouco mais: o coração *duplo* e *mixto* é constituído por três ou quatro cavidades, um ventrículo e duas aurículas, ou dois ventrículos e duas aurículas.

Em qualquer dos casos é sempre possível distinguir, um *coração venoso* constituído pela aurícula direita e a metade correspondente do ventrículo único, ou, se o coração possui quatro cavidades, pela aurícula e ventrículo direitos, e um *coração arterial* constituído pelas partes homólogas esquerdas.

À aurícula do coração venoso vam dar as veias que transportam o sangue das diferentes partes do organismo, e do ventrículo partem as arterias pulmonares que o enviam aos pulmões; pelo contrario à aurícula esquerda correspondem as veias pulmonares com sangue arterial

---

(1) HOUSSAY, ob. cit., pag. 277.



vindo dos pulmões e do ventrículo parte a aorta que o distribue ao organismo.

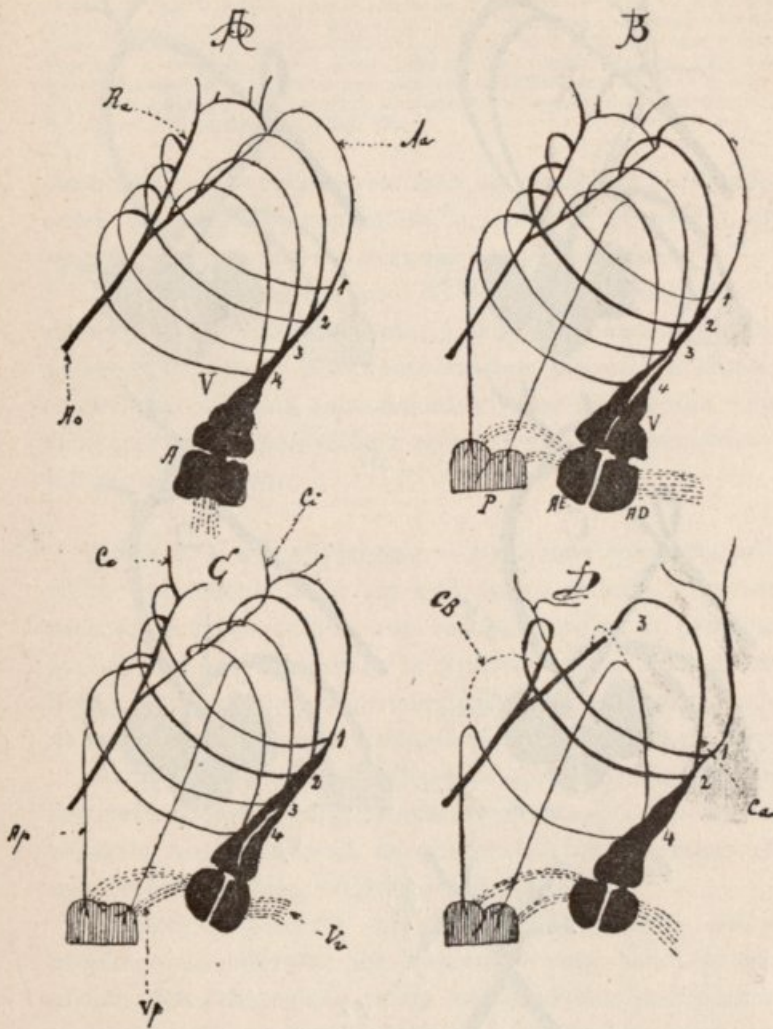


Fig. 20. — Organização essencial dos principaes troncos arteriaes nos vertebrados *anamniotas* (*diagrammas em perspectiva cavalleira*, segundo ROULE).

Os pares de arcos aórticos sam designados pelo seu número de ordem; V, ventrículo; A, aurícula, quando é única; AE, aurícula esquerda; AD, aurícula direita; P, pulmões. Os mesmos vasos estão dispostos do mesmo modo nas quatro figuras. Em A, typo dos *peixes*. — B, typo dos *dipneustos*. — C, typo dos *amphibios inferiores*. — D, typo dos *amphibios anuros*.

Deste modo os vertebrados pulmonados, possuem duas

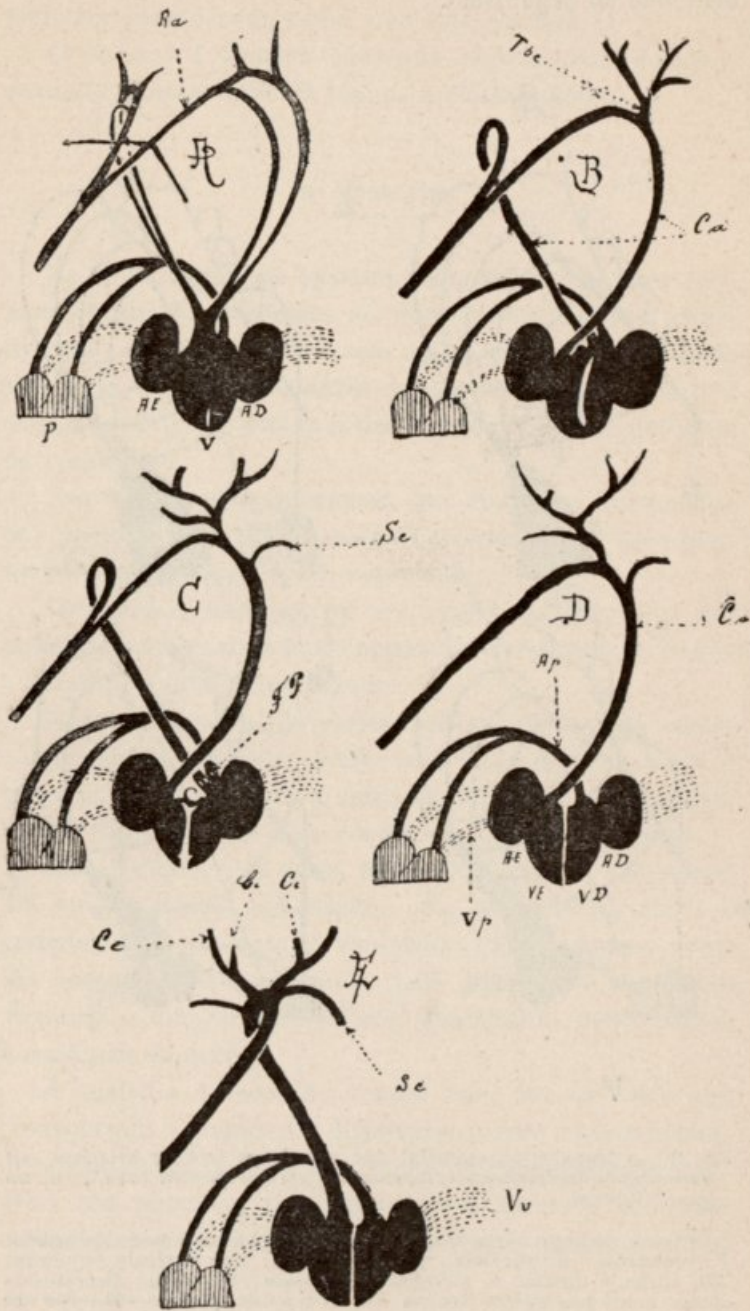


Fig. 21. — Organização essencial dos principais troncos arteriaes nos

vertebrados *amniotas* (*diagrammas em perspectiva cavalleira*, segundo ROULE).

V, ventrículo, quando é único; VE, ventrículo esquerdo; VD, ventrículo direito; AE, aurícula esquerda; AD, aurícula direita; P, pulmões. — Em A, typo da maior parte dos *sáurios*. — Em B, typo da maior parte dos outros *reptis*, exceptuando os corcodilos. — Em C, typo dos *corcodilos*. — Em D, typo das *aves*. — Em E, typo dos *mamíferos*. Estas figuras sam a continuação das da pag. 75 e eschematizam o que dissemos a respeito do systêma arterial dos vertebrados no capítulo *Morphologia*. Vêr pag. 15 e seg. Servem também para mostrar a complexidade crescente do systêma sanguíneo na escala dos vertebrados. Devem-se confrontar com a fig. 26.

circulações: a *pequena circulação*, ou *circulação pulmonar*, entre o coração e os pulmões, e a *grande circulação*, ou *circulação geral*, entre o coração e a periphéria.

A separação entre o caso da respiração *branchial* e o da respiração *pulmonar*, não é tão grande como à primeira vista parece, porquanto existem disposições transitorias que os ligam intimamente; essas disposições sam representadas pelo systêma respiratorio *branchio-pulmonar* dos *dipneustos*.

Phylogênese da circulação pulmonar. — Para uma comprehensão nítida da continuidade em que temos fallado, torna-se necessario expôr, ainda que resumidamente, o processo evolutivo da *bexiga natatoria* dos peixes, que é um divertículo, cuja origem embryonaria consiste numa expansão da zona do tubo digestivo situada por debaixo das gueltras.

As modificações que soffre a bexiga natatória na série dos peixes, sam muitas e muito variadas; como porém sòmente nos interessam as que se referem às suas conexões e estructura, só destas fallarêmos.

A bexiga natatória communica directamente com o esôphago do embrião por intermédio dum canal sempre aberto. Esta disposição existe nos *ganoides*, nos *malacopterygios physostomos (teleosteos)* e na maior parte dos outros *teleosteos (malacopterygios physoclistos)*; porém nos *acanthopterygios*, a bexiga perde as suas relações primordiales e, tapando-se o canal primitivo, torna-se completamente fechada.

A parêde interna da bexiga natatória é forrada por um epithélio que envia muitas vezes para a sua cavidade

expansões lamellares, as quaes entrecruzando-se e anastomosando-se em sentidos diferentes, lhe dam um aspecto

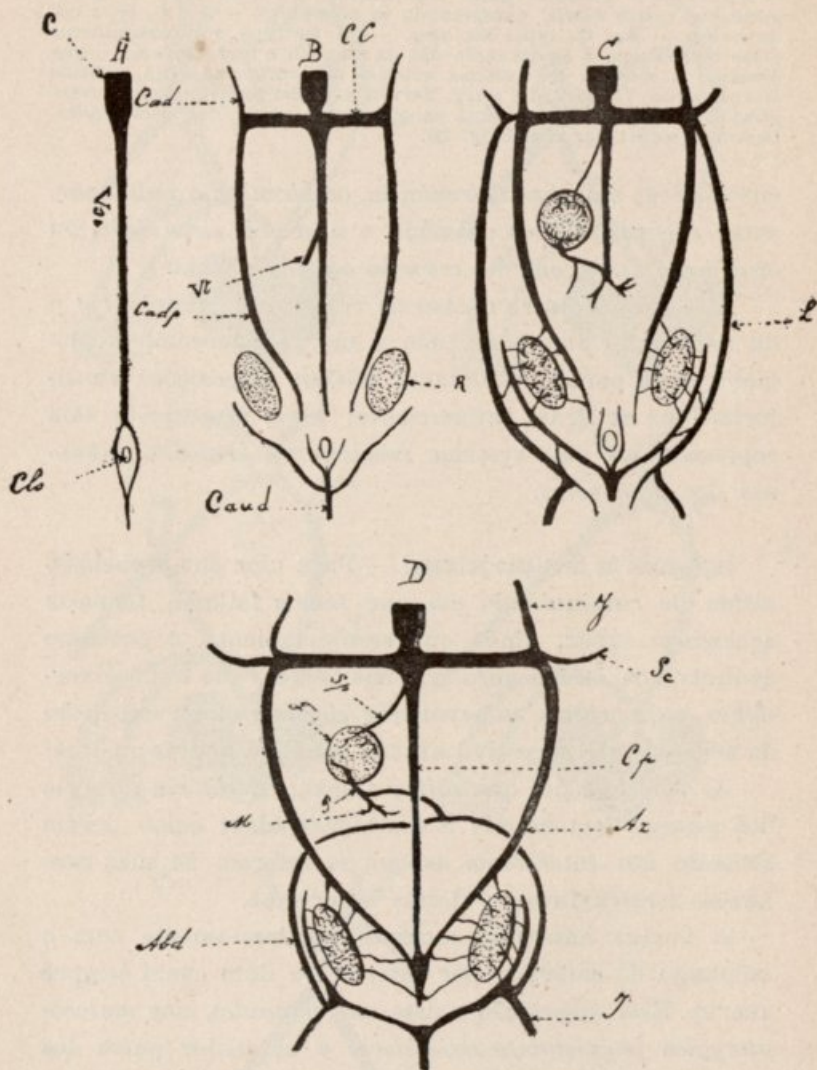


Fig. 22. — Desenvolvimento embryonario e organização dos principaes troncos venosos dos vertebrados inferiores — *anamniotas* (*diagrammas*, segundo ROULE).

**A, B e C**, desenvolvimento e organização nos *peizes*, tomando os *selâcios* por typo. — Em **A**, primeiros esbôços do systema venoso. — Em **B**, apparição das veias cardiacas e dos canaes de CUVIER. — Em **C**, estado final. — Em **D**, estrutura definitiva nos *amphibios* depois de ter passado pelas phases **A e B**. Confrontar com a fig. 23.

*areolar*, muito semelhante ao dos pulmões dos amfíbios.  
Ao mesmo tempo que estas modificações se effectuam,

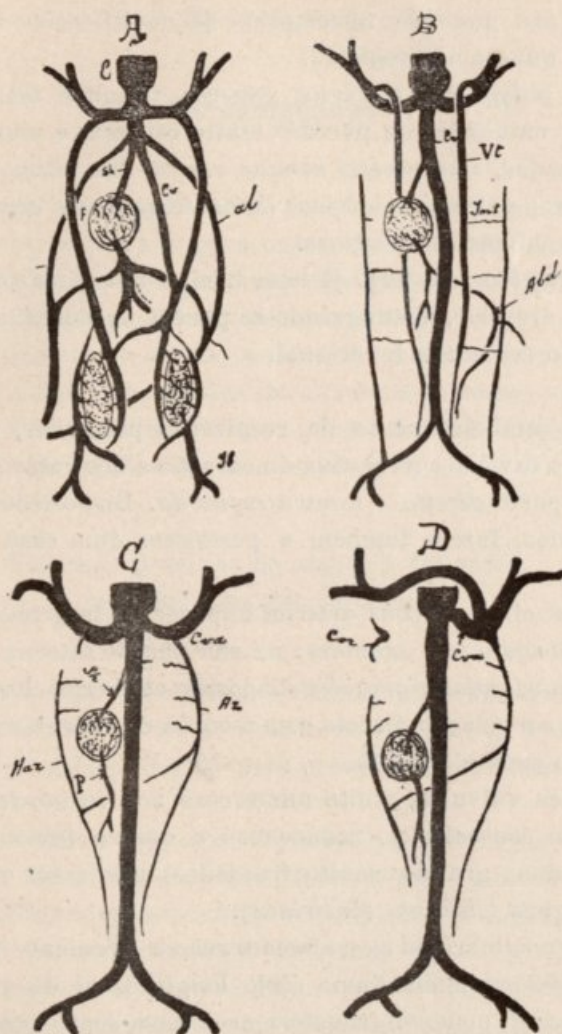


Fig. 23. — Principaes disposições do systêma venoso nos vertebrados (*amniotas*, segundo ROULE).

*Vt*, veias vertebraes; *Int*, intercostaes; *Abd*, veia abdominal; *Haz*, veia hemi-ázigos; *Cor*, veia coronaria; *Az*, veia ázigos. — Em **A**, estado embryonario nos *sauropsidios* (*reptis* e *aves*) no momento em que todas as veias sam ainda presentes. — Em **B**, estado definitivo; tomando para typo os *reptis*. — Em **C**, estado definitivo nos *mammíferos inferiores*. — Em **D**, estado definitivo nos *mammíferos superiores*. Esta figura e a anterior resume o que na *Morphologia* dissemos acerca do systêma cardial dos vertebrados. Confrontar com a fig. 27.

vae-se também differenciando um novo conducto que põe em communicação com o exterior a cavidade interna da bexiga.

Alguns *ganoides* apresentam já modificações interessantes que vamos registrar.

Os *polypterus* e vários generos vizinhos têm uma bexiga natatória, de parêdes muito espessas e muito vascularizadas, que recebe *sangue venoso* dos últimos arcos aórticos; nalguns teleósteos (*siluroides*) e nos *amia* existem modificações idénticas.

Os *lepidosteus* têm já uma bexiga natatória perfeitamente alveolar, distinguindo-se porém da dos *dipneustos* por não ser ainda funcional.

Ao estabelecimento da respiração pulmonar, corresponde a divisão correlativa do coração e dos vasos grossos numa parte *direita* e noutra *esquerda*. Disposições intermediarias, fazem também a passagem dum caso para o outro.

Com effeito o *cone arterial* apparece pela primeira vez nos *selácios* e nos *ganoides*; na sua parêde interna encontram-se *válvulas sigmoides* dispostas em series longitudinaes, e em relação directa com a corôa de válvulas situada entre o cone e o bolbo.

Estas válvulas, muito numerosas nos *lepidosteus*, diminuem nos *selácios*, reduzem-se a quatro (duas pequenas e duas grandes muito franjadas) nos *amia* e a uma só nalguns *teleósteos* (*butirinus*).

Se imaginarmos agora uma torsão conveniente do cone e a predominancia duma série longitudinal de válvulas (*ceratodos*), podendo transformar-se num septo quasi completo (*protopterus*), estabelecemos a divisão do coração em duas metades uma direita e outra esquerda, tal como existe nos *dipneustos*.

## CAPITULO III

## Morphogénese

Embora os phenomenos variem muito quando se passa dum vertebrado para outro, os dados essenciaes do desenvolvimento embryonario não variam. As differenças sam sempre devidas a deslocamentos quer no espaço quer no tempo, ou mesmo a omissões muitas vezes determinadas pelas necessidades da alimentação embryonaria; por este motivo, estudaremos a génese dos folhêtos blastodérmicos na hypóthese duma embryogenia dilatada.

Formação primitiva do sangue e dos vasos  
nos embryões dos vertebrados

O óvulo dos vertebrados, depois de fecundado, segmenta-se dando origem a uma *mórula*, que, transformando-se em *blástula*, dá pelo processo *invaginante* uma *grástula*.

Nesta altura do desenvolvimento o embryão compõe-se de dois folhêtos primordiaes, a *protectoderme*, por fóra, limitando a superficie do embryão, e a *protenderme*, por dentro, cercando o *énteron*.

Em seguida a *protectoderme* produz o *neuraxe* e a *ectoderme*; a *protenderme* dá a *corda dorsal*, a *mesoderme* e a *endoderme definitivas*.

Deste processo o que nos importa conhecer é o desenvolvimento do folhêto médio — a *mesoderme* —, á custa do qual se forma o systema sanguíneo dos vertebrados.

Génese da mesoderme. *Epithelio-mesoderme* e *mesoderme mesenchymatosa*. — O *énteron* do embryão emite dois divertículos la-

teraes symétricos, situados dum e doutro lado da linha média e que sam o resultado da invaginação duma parte da protodermis.

Estes divertículos, que constituem um *enteroceloma*, separam-se do *éteron*, transformando-se em vesículas fechadas; deste modo a protodermis dá origem á *endoderme* e á *mesoderme*.

Por outro lado, os elementos que constituem a mesoderme começam a proliferar; das células resultantes uma parte contribue para o augmento das parêdes do enteroceloma, a outra insinua-se entre esta parêde, a ectoderme e a endoderme conservando o aspecto mesenchymatoso da sua origem. A mesoderme é assim composta de duas partes distinctas: uma *epithelial*, representada pelas parêdes do enteroceloma e outra *mesenchymatosa* constituída por elementos que provêm daquellas parêdes, mas situados fóra dellas.

A epithelio-mesoderme dá origem, como dissemos, ao mesenchyma, cujos elementos se dispõem por entre os órgãos do embrião, constituindo uma especie de ganga que os envolve mais ou menos inteiramente.

Pode, porém, este mesenchyma considerar-se composto de duas partes destinadas a fins differentes: o *sòmato-mesenchyma*, produzido á custa da sòmato-pleura da epithelio-mesoderme e situado entre esta e a ectoderme, e o *esplanchno-mesenchyma*, derivado da esplanchno-pleura da epithelio-mesoderme e que a separa da endoderme.

Este esplanchno-mesenchyma envolve todos os órgãos medianos, *neuraxe*, *notocorda* e o *éteron*, dando origem a elementos variadíssimos segundo as regiões; *esbôço do esqueleto*, *ligamentos* e *tendões*, etc., e serve de ganga unitiva aos differentes órgãos e apparatus de sustento.

É á custa do esplanchno-mesenchyma que se formam o systema sanguíneo e o lymphático. As cavidades destes systemas correspondem portanto a um *schizoceloma*.

É esta a opinião de ROULE (1) e de KÖLLIKER: «De

---

(1) L. ROULE, *Embryologie comparée*, pag. 896.



plus le feuillet dans lequel se fait cette production est le mesoderme, et c'est même, à ce que j'ai vu, la couche profonde de ce mesoderme que joue partout ce rôle. . . » (1).

MATHIAS DUVAL não é porém desta opinião, pois affirma (2) que os elementos constituitivos do sangue e dos vasos se destacam da *endoderme*, dispondo-se entre este folhêto e a esplanchno-mesoderme, de modo a formar um quarto folhêto a que chama *vascular*.

Note-se, porém, que esta divergencia não tem importancia visto as contradições serem apparentes (3).

Agora que já sabemos à custa de que folhêto se forma o systêma sanguíneo, vejamos como se effectua a sua differenciação. Notemos primeiro que, em qualquer parte onde se devam formar vasos, as células da mesoderme mesenchymatosa se reúnem em *cordões*, os quaes, crescendo rapidamente por proliferação das suas células, emitem prolongamentos em determinados sentidos, constituindo uma rêde donde resultará um systêma de capilares, por differenciação das células externas em cellulas endotheliaes e dissociação das internas num plasma apropriado.

#### Annexos embryonarios e vasos correspondentes

O desenvolvimento embryonario dos vertebrados pode ser *larvar* ou *fetal* e em qualquer dos casos os embryões possuem aparelhos destinados a garantir-lhes a existencia.

Estes appêndices sam os *annexos embryonarios* e variam duns vertebrados para outros não só pela sua origem, como também pela sua estrutura.

É contudo possivel agrupá-los em duas categorias dis-

---

(1) A. KÖLLIKER, *Embryologie*, pag. 166.

(2) M. DUVAL, *Précis d'histologie*, pag. 212

(3) LOUIS ROULE, *Anatomie comparée des vertebés*, tom. II, pag. 1863.

tinctas: *anexos de origem materna* e *anexos de origem embryonaria*, produzidos pelo próprio embrião.

Entre os anexos de origem materna é ainda possível estabelecer uma divisão: *anexos de origem ovular*, produzidos à custa do ovario materno, e *anexos de origem extra-ovular* provindo doutras partes que não o ovário e dispondo-se quer em tórno do ôvo, quer em tórno do embrião que delle deriva.

Aos *anexos embryonarios* correspondem vasos destinados a alimentar o embrião enquanto dura a vida *fetal* e que portanto representam disposições mais ou menos passageiras.

Estes vasos são: os *vitellinos* ou *omphalo-mesentéricos*, que se destinam à *vesícula vitellina*, sempre que esta exista, e os *allantoidéos* ou *umbilicaes*, que se distribuem na *vesícula allantoide* ou nas suas dependencias, por exemplo, a *placenta* dos mammíferos.

Annexos de origem ovular. — São representados pelo *vitello nutritivo* accumulado no *ôvo* e constituem um appêndice mais ou menos volumoso adherente à face abdominal do embrião. As suas dimensões vão diminuindo com o progredir da ontogénese.

A *vesícula vitellina* ou *umbilical* attinge dimensões consideráveis nos *selácios* e nos *amniotas*, exceptuando os mammíferos vivíparos, onde o desenvolvimento duma *placenta allantoide*, contrabalança a sua exiguidade. A vesícula vitellina fixa-se à face anterior do corpo do embrião, como dissémos, por intermédio dum longo cordão, o *cordão vitellino* ou *umbilical*.

Os embriões dos *selácios vivíparos* possuem uma vesícula vitellina, e é interessante notar-se que esta vesícula, adherindo à parêde do oviducto materno, dá origem, por hypertrophia das zonas postas em contacto, a uma verdadeira *placenta vitellina* que tem funções idénticas à dos mammíferos placentarios da qual differe unicamente pela origem. A placenta dos mammíferos é de origem *allantoide*.

Annexos de origem extra-ovular. — Nos vertebrados ovíparos, o *ôvo* é rodeado por membranas de natureza variavel e funções differentes. Umás, representam simplesmente o papel de *protectores*, como as *casca chorionarias*, que impregnando-se muitas vezes de saes calcáreos adquirem uma grande dureza e resistencia; outras, servem simultâneamente à protecção do embryão e ao seu sustento: por exemplo, a *albumina*, ao mesmo tempo que isola o pequeno sêr do meio exterior, concorre para as necessidades da sua alimentação.

Nos vertebrados vivíparos existem tambem annexos de origem extra-ovular; — por exemplo, nos amphíbios, as *parêdes das cavidades incubadoras*, formadas em varias regiões do corpo daquelles vertebrados. Nos mammíferos, a *placenta*, embora de origem fetal, contém sangue e vasos de origem materna e que sam destinados a assegurar a vida do embryão. Em vários mammíferos vivíparos as parêdes da cavidade uterina hypertrophiam-se de modo a formar em tórno do embryão zonas espessas, envolvendo-o, quer em parte, quer na sua totalidade; sam as *caducas* destinadas a ser expellidas na parturição.

Annexos de origem embryonaria. — Estes annexos, mais numerosos e mais variados, sam independentes do organismo do gerador. Uns têm por fim assegurar a *nutrição* do embryão, tomando o termo no seu sentido mais geral, outros assegurar-lhe as relações com o meio.

Os *annexos nutridores* encontram-se nos *amniotas* e nos *amphíbios*.

Nestes últimos sam constituídos por órgãos de natureza muito variada que, adherindo às parêdes do órgão incubador, asseguram as trocas entre o sangue da mãe e o do feto. Sam verdadeiros órgãos placentarios. Para este fim podem servir: as *guelras (gymnophiones)*, a cauda (*hylodes martinicensis*), as saliencias tegumentares do abdomen (*rana opisthodon*), etc.

Nos amniotas, estes órgãos sam representados simplesmente pela *vesícula allantoide*. Esta é um *divertículo* emit-

tido pela zona do intestino inferior, onde terminam os conductos renaes.

Este appêndice hypertrophia-se exageradamente fóra do corpo do embryão e adquire um volume consideravel.

Nos amniotas ovíparos, a allantoide colloca-se por dentro das membranas que envolvem o embryão, as quaes, sendo permeaveis ao ar, permittem aos numerosos vasos allantoidêos tirar desse ar o oxygenio necessario à *hematose*.

Nos mammíferos vivíparos pertencentes à secção dos *monodelphos* ou dos *placentários*, a allantoide colla-se por uma porção da sua superficie às parêdes do *útero* e constitue a *placenta* destes animaes.

Os *didelphos* não possuem placenta allantoide; a parturição destes animaes é muito precoce, e o embryão, ainda muito imperfeito, soffre uma segunda gestação na *bolsa marsupial* da mãe.

Os *anexos de relação* de origem embryonaria differem com o modo de desenvolvimento, *larvar* ou *fetal*.

No primeiro caso, consistem em disposições que permittem a adaptação das larvas ao meio; taes sam as espinhas das larvas dos *teleosteos*, que cáem assim que os embryões attingem o estado adulto, os discos adhesivos das larvas dos *ganoides*, etc.

O desenvolvimento fetal de todos os amniotas é caracterizado pela existencia dum *amnios* produzido pelo embryão.

Este annexo, destinado a cercar o embryão e a limitar em tórno delle uma cavidade cheia de líquido, compõe-se de duas membranas separadas por um largo espaço e das quaes a interna, por si só, limita a cavidade amniótica. Entre as duas membranas estende-se a *allantoide*.

A membrana externa, situada portanto por fóra da allantoide, contráe muitas vezes *adherencias*, — nos *mammíferos placentarios*, quer com a parte da *allantoide* não utilizada na formação da placenta, quer com as *caducas*, e constitue o *chorion* embryonario dos *auctores*.

Primeira circulação. — *Vesícula umbilical*. Cada elemento blastodérmico encerra uma determinada quantidade, variável com os diferentes indivíduos, de vitello nutritivo (*deutolecitho*), mas, quando estas reservas estiverem consumidas, o embrião terá necessidade de procurar fóra dos elementos que o constituem as materias necessarias á sua evolução. Satisfazem a esta necessidade as reservas accumuladas na vesícula umbilical, que attinge, especialmente nas *aves* e nos *ovíparos* em geral, dimensões extraordinarias.

Em todos os casos, desenvolve-se na espessura da parede da vesícula umbilical uma rêde de capillares que a envolve completamente no *homem*, nos *carnívoros* e nos

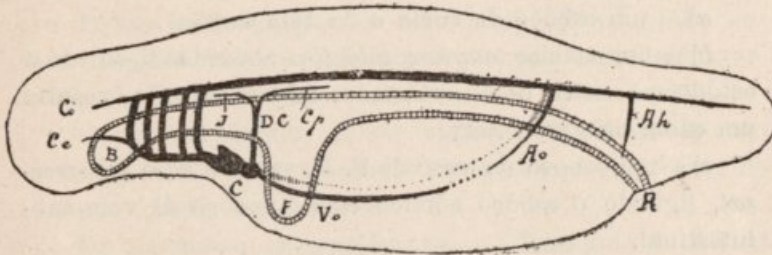


Fig. 24. — Diagramma da primeira circulação num vertebrado cujos ovos são pobres em vitello (KINGSLEY).

DC, ductus Cuvierii; Ce, carótida externa; Ah, artéria hypogástrica; C, coração; Ci, carótida interna; J, veia jugular; F, fígado; B, lugar de formação da boca; Ao, artéria omphalo-mesentérica; Vo, veia omphalo-mesentérica; Cp, veia cardíal posterior; A, anus.

*ruminantes*; no *coelho* e nos vertebrados *ovíparos*, limita-se ao contôrno da *zona embryonaria*.

Neste caso a rêde umbilical é limitada externamente por um seio circular, o *seio terminal*, que no *coelho* encerra *sangue arterial* e nos vertebrados *ovíparos* *sangue venoso*.

O seio terminal está em comunicação com o corpo do embrião pela artéria *omphalo-mesentérica* ou *vitellina*.

Desta artéria e do seio terminal, partem ramúsculos que se destinam à área vascular e de cuja reunião resultam as veias *omphalo-mesentéricas* que vam terminar na extremidade inferior do tubo cardíaco.

Emquanto se estabelece a circulação da vesícula umbilical, no corpo do embrião passam-se também modificações importantes, destinadas a permittir o transporte dos materiaes acarretados pelas veias omphalo-mesentéricas às diferentes partes do organismo, e ao mesmo tempo a recolher o sangue venoso proveniente dessas regiões.

No corpo do embrião a mesoderme dá também origem a cordões ou maciços de células donde resultarão os diferentes vasos.

Esses *cordões* ou maciços de células isolam-se e dispõem-se entre a esplanchno-pleura e a endoderme, constituindo cada um delles um *angiómero*.

Num corte transversal cada angiómero mostra-se composto de tres partes distinctas :

a) — um esboço da aorta e da veia cardial;

b) — um maciço *angio-epiblastico* estendendo-se até á ectoderme entre dois myótomos; da sua reunião, resulta um canal ou vaso lateral.

c) — um esboço do vaso de P. MAYER, ou *vaso transversal*, ligando o esboço aórtico com o esboço da veia sub-intestinal.

As células constitutivas dos angiómeros soffrem em seguida uma differenciação tal que as *periphéricas* se transformam nas células endotheliaes das parêdes do vaso e as *interiores* dissociando-se por intermédio dum líquido albuminoso produzido entre ellas, se carregam de *hemoglobina*, isto é, transformam-se em *glóbulos vermelhos*.

É sobretudo para as aves e para os mammíferos que estes phenómenos se conhecem com minúcias, podendo, porém, inferir-se que este processo é, nos seus traços geraes, perfeitamente extensivel a todos os vertebrados.

Por esta descripção se vê que o systema vascular sanguíneo existe primitivamente no estado de capillares, e que só depois, no decurso da evolução ontogénica, ao seu endothélio se junctarão os elementos constitutivos das diferentes *túnicas* que compõem as parêdes vasculares do adulto.

Nota-se também que nas primeiras phases da ontoge-

nia o systêma sanguíneo é *metamêricamente* formado de angiômeros *isolados* e que, portanto, a circulação só se pode effectuar dentro de cada um, duma extremidade para a outra.

O estado seguinte do desenvolvimento é assinalado por duas modificações importantes:

a) — a *união de todos os angiômeros* de cada metade do corpo ao nível da veia sub-intestinal, do esbôço cardino-aórtico e do contacto ectodérmico que forma o esbôço do vaso lateral;

b) — a *separação do esbôço cardino-aórtico* em dois troncos: um que será a *aorta*; o outro a *veia cardial*. Estes dois vasos sam reunidos em cada metámero por um pequeno ramo de comunicação, o vaso *unitivo* de HOUSSAY.

Temos portanto em cada metade do corpo, *quatro vasos* longitudinaes, reunidos entre si por vasos transversaes, segundo o rythmo da *metameria*.

O estabelecimento destas uniões e anastomoses tem por fim assegurar a chegada dos *elementos figurados* do sangue á *zona respiratoria*.

De passagem assinalaremos a identidade de forma que existe entre o aparelho circulatorio dos *annelídios adultos* e o que acabamos de descrever para os primeiros estados embryonarios dos *vertebrados*.

Segunda circulação. — *Vesícula allantoide*. Nalguns vertebrados as reservas accumuladas na vesícula umbilical sam insufficientes para o completo desenvolvimento do embrião, que por este motivo terá de extraír dos tecidos maternos os alimentos necessarios para o seu desenvolvimento ulterior.

Para isso servem a vesícula allantoide e as villosidades choriaes (*placenta*) que se põem em relação com a mucosa uterina.

As extremidades dos esbôços aórticos, arrastadas pelos annexos do embrião, constituem as arterias *allantoidêas*, *umbilicaes* ou *placentarias*. Dos capillares que serpenteiam na allantoide resultam as *veias allantoidêas*, *umbilicaes*

ou *placentarias*, que, penetrando no embrião pela região umbilical, se vao lançar nas veias omphalo-mesentéricas, junto do coração, o qual recebe assim uma mistura de sangue arterial conduzido pelas veias umbilicaes e de sangue venoso acarretado pelas veias cardiaes.

As arterias umbilicaes, no decurso da ontogenia, dam origem às *iliacas* para os membros inferiores, as quaes, augmentando successivamente de calibre, terminam por existir

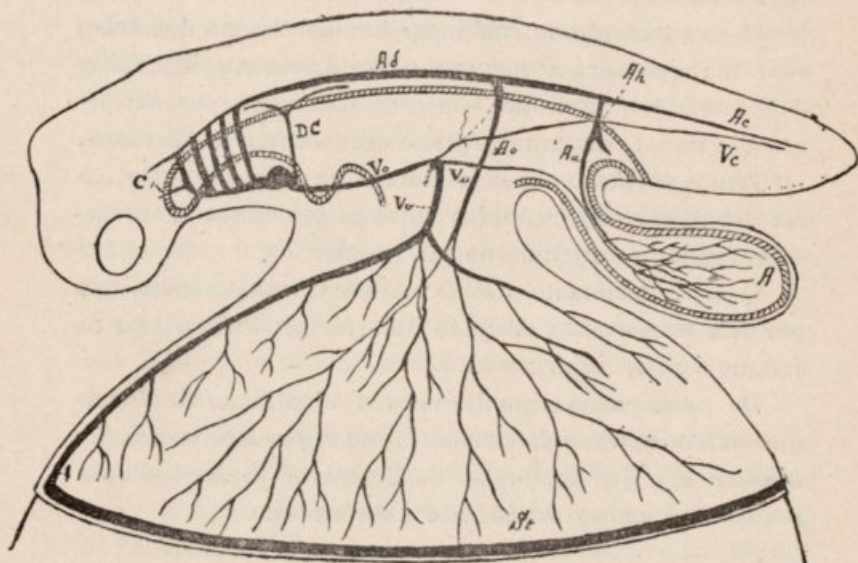


Fig. 25.—Diagramma dos principaes vasos sanguíneos embryonarios dum sauropsídio (KINGSLEY).

O amnios foi ommittido para clareza. A, allantoide; Aa, arteria allantoidea; C, carótidas; Ac, arteria caudal; Ad, aorta dorsal; DC, ductus Cuvierii; Ah, arteria hypogástrica; Ao, arteria omphalo-mesentérica; Vo, veia omphalo-mesentérica; St, seio terminal; Vu, veia umbilical (allantoidea); Vv, veia vitellina.

sós. As arterias umbilicaes persistem sob a forma de cordões fibrosos que vao da bexiga ao umbigo e constituem os ligamentos *vesico-umbilicaes* externos.

As veias *umbilicaes*, homólogas das veias abdominaes dos amphíbios e das *veias lateraes* dos selácios, atrophiam-se



completamente. A *direita* persiste nos reptís, nas aves e nos mammíferos; exceptuam-se os *didelphos*, onde a vesícula allantoide e os vasos respectivos persistem inteiramente.

### Evolução dos vasos sanguíneos

Em virtude da localização da função respiratoria nos primeiros *arcos* transversaes, os *inferiores* desaparecem rãpidamente, e num estado mais avançado da ontogénese, o systema sanguíneo é constituído do seguinte modo:

I—Systema antineural.—*Porção superior da veia sub-intestinal.* O tubo cardíaco que resulta da reunião na linha média de dois esbôços lateraes, não se conserva rectilíneo por muito tempo; aĩnda antes da fusão completa dos dois esbôços começa a incurvar-se para deante e a porção inflectida dilata-se ligeiramente. Terminado este movimento o tubo cardíaco apresenta o aspecto dum S deitado ( $\sigma$ ), cuja extremidade *anterior* se dirige para *baixo e para a direita*, ficando a *posterior* voltada para *cima e para a esquerda*.

Nesta altura o tubo cardíaco apresenta três dilatações e três estrangulamentos, dos quaes o mais importante e que occupa o ramo posterior é o *canal auricular*, que separa a porção postero-inferior (*venosa*) do coração, da porção antero-superior (*arterial*).

A porção venosa, que representa a aurícula primitiva, communica com o seio venoso por um orificio estrangulado munido de válvula (a *válvula do seio venoso*).

No ramo anterior do tubo cardíaco, outro estrangulamento, mas este menos pronunciado (*estreito de HALLER*), separa a porção média do tubo cardíaco (*ventriculo primitivo*) do segmento superior (*bolbo ou tronco aórtico*), donde se destacam os esbôços aórticos.

Continuando a incurvação, a flexão venosa vem collocar-se por detrás dos esbôços aórticos e o orificio do seio

venoso, em virtude dum movimento de torsão appropriado, vai collocar-se á direita. Da aurícula primitiva nascem dois prolongamentos (*prolongamentos auriculares*) que abraçam o bolbo.

As modificações ultteriores, consistem no modo de divisão e no desenvolvimento secundario de cada um dos segmentos cardíacos.

*Divisão da aurícula.* No embryão humano, a divisão da aurícula começa, durante a 4.<sup>a</sup> semana, por um sulco que se cava na face externa da sua parêde postero-inferior; a este sulco corresponde na cavidade auricular um septo (*septum superius*, His) que avança para a parêde antero-superior onde se fixa.

Ao nivel do canal auricular encontra-se um septo (*septum intermedium*, His), que, soldando-se ao superior, divide completamente a aurícula primitiva em dois compartimentos, um direito outro esquerdo.

O *septum intermedio* divide do mesmo modo o canal auricular nos dois orifícios *auriculo-ventriculares*, cujas válvulas sam uma dependencia do endocárdio daquellas parêdes que não entraram na sua formação.

Antes do encontro do septo superior com o intermédio as duas aurículas sam postas em communicação por um orifício (*ostium primum*). Êste orifício tapa-se e por cima abre-se um outro, o *buraco oval* ou de BOTAL — (*ostium secundum*), cujos bordos posterior e anterior dam respectivamente a *válvula do buraco oval* e a *válvula de VIEUSSENS*.

Como vimos o *seio venoso* está separado da aurícula por um orifício valvular, mas com o avançar da ontogenia o seio venoso tende a desaparecer e as veias cavas superiores e inferiores lançam-se directamente na aurícula por orifícios distinctos. Das duas válvulas que tapavam o orifício do seio venoso, a *esquerda* atrophia-se e a *direita* dá origem à válvula de EUSTACHIO para a *veia cava inferior* e à válvula de THEBESIIUS para a *veia coronaria*, que representa a veia cava superior esquerda. A válvula de EUSTACHIO, formando uma gotteira com as parêdes au-

riculares, permite ao *sangue* da veia cava inferior lança-se directamente na *aurícula esquerda* através do buraco de BOTAL, evitando assim o trajecto pulmonar que para nada seria necessario.

As veias pulmonares abrem-se na aurícula esquerda por um único orificio — o do *tronco commum das veias pulmonares*. Mais tarde uma parte deste tronco é absorvida pelas parêdes da aurícula, onde se abrirám separadamente os dois grupos das veias pulmonares.

*Divisão do ventrículo.* — Terminada a divisão da aurícula, o *septum inferius de His* avança da parêde *postero-inferior* do ventrículo para deante e para cima, ao encontro dos *septos aórtico e intermédio*.

Deste modo o ventrículo primitivo fica dividido em duas cavidades distinctas como a aurícula.

Emquanto o *septo aórtico* não attinge o *septo inferior* as duas cavidades ventriculares communicam entre si pelo *foramen de PANIZZA*, que persiste durante toda a vida nos reptís.

*Divisão do bolbo aórtico.* — Á divisão do ventrículo corresponde a do bolbo em dois conductos por uma lâmina formada à custa do seu endocardio: um anterior, *arteria pulmonar* e outro posterior *arteria aórta*.

Ao nivel do estreito de HALLER formam-se as válvulas *sigmoides* que servirám para obturar estes dois vasos e impedir o refluxo do sangue para o coração.

Os differentes vasos que constituem o systema antineural soffrem reduções durante a embryogenia dos vertebrados superiores, sendo as partes atrophiadas substituídas pelas *veia cava, veia porta e veia abdominal*.

*Systema paraneural.* — Os vasos mais importantes a considerar sam os que ligam o *vaso antineural* com o *systema paraneural*, os arcos aórticos, e que dam origem aos vasos arteriaes da cabeça e dos membros anteriores, isto é, às *carotidas* e às *sub-clávias*.

O systema sanguíneo dos embryões dos vertebrados contém normalmente *seis pares* de arcos aórticos con-

trariamente à opinião dos antigos auctores que fixavam em cinco este número.

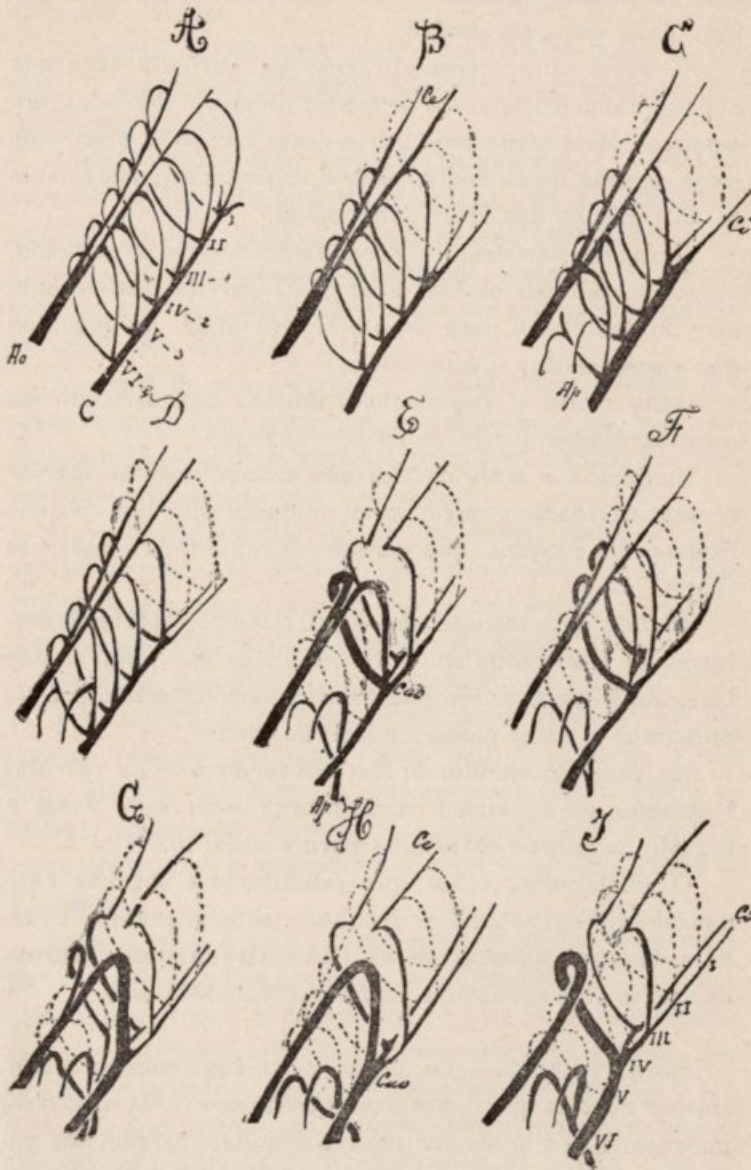


Fig. 26. — Desenvolvimento embryonario dos principaes troncos arteriaes dos vertebrados (*Diagrammas em perspectiva cavalleira segundo ROULE*).

Os troncos que persistem sam representados por *traços cheios*, os que se atrophiam, por *linhas pontuadas*. Os seis pares de arcs aórticos sam

designados pelo seu número de ordem em algarismos romanos; os quatro inferiores, quasi sempre persistentes, pelo seu número de ordem em algarismos arabes. Todos os desenhos representam dum modo similar e com a orientação natural os arcos. *C*, coração; *Ao*, aorta no ponto em que se bifurca nas suas raízes; *Ca*, crossas aórticas; *Ce*, carótidas externas; *Cl*, carótidas internas; *Ap*, arterias pulmonares. — Em **A**, typo embryonario fundamental de que todos os outros derivam por atrophia de certas partes e amplificação variavel doutras. — Em **B**, typo definitivo da maior parte dos *peixes* (fig. 20, A). — Em **C**, typo definitivo dos *dipneustos* (fig. 20, B). — Em **D**, typo definitivo dos *amphibios inferiores* (fig. 20, C). — Em **E**, typo definitivo dos *amphibios anuros* (fig. 20, D). — Em **F**, typo dos *reptis inferiores* (fig. 21, A). — Em **G**, typo definitivo dos *reptis superiores* (fig. 21, B e C). — Em **H**, typo definitivo das *aves* (fig. 21, D). — Em **I**, typo definitivo dos *mammiferos* (fig. 21, E). Como facilmente se reconhece, o principio de FRITZ MÜLLER salta à vista pela comparação desta figura com as figg. 20 e 21.

Os arcos aórticos partem do *bolbo*, situado immediatamente por cima do coração, cruzam a região das *fendas branchiaes* e reúnem-se na *região vertebral*, dando origem às raízes aórticas que, convergindo uma para a outra, formam a aorta.

Os embryões dos *peixes* possuem os *seis* pares de arcos aórticos, e o número dos que persistem no adulto é igual ao das *fendas branchiaes*.

Nos casos de atrophia, sam os primeiros pares que desaparecem, pelo menos em parte, ao passo que os inferiores persistem sempre.

Assim nos *teleosteos* os arcos dos *dois* primeiros pares atrophiam-se, ao passo que os *quatro* pares inferiores persistem. Nos *dipneustos* succede o mesmo, havendo porém a accrescentar a formação das *arterias pulmonares* á custa do *sexto* par, sem contudo haver perda de connexões.

Nos *amphibios*, as modificações sam mais importantes; as larvas possuem nas primeiras phases os *seis* pares de arcos e, como nos *peixes*, os dois primeiros desaparecem.

Ha a notar, porém, que os *quatro* pares de arcos inferiores, únicos que persistem, apresentam na maioria dos indivíduos uma disposição particular: o vaso hypobranchial communica, independentemente da rêde branchial, com o vaso epibranchial por intermédio duma anastomose directa, de modo que uma porção de sangue pode ser levado à aorta sem atravessar o tecido da guelra.

Pelo que respeita às modificações ultteriores, temos

varios casos a considerar, segundo o número e o valor funcional das guelras existentes no adulto.

Quando as guelras persistem, os arcos correspondentes sam conservados; se porém as guelras se atrophiaram, as modificações sam mais consideraveis, como succede nos *urodèlos superiores* e nos *anuros*. Os *dois* primeiros pares de arcos desaparecem, o *terceiro* forma a base das *carótidas*, mas, perdendo as ligações com as raízes aórticas, torna-se independente. O *quarto* par conserva as suas relações primitivas, e augmentando de calibre dá as duas *crossas aórticas*. O *quinto* par desaparece por completo, e o *sexto*, deixando como o terceiro de communicar com as raízes aórticas, dá as *arterias pulmonares*.

Enfim os *amniotas*, grupo onde as modificações attingem o máximo, sam notaveis pelo facto do systema sanguíneo dos seus embryões começar por possuir a configuração do dos *peixes*, passando em seguida ao dos *dipneustos* e das larvas dos *amphíbios*, e finalmente ao dos *amphíbios adultos*. As modificações subseqüentes dizem respeito principalmente ao *quarto* pár de arcos.

Nos *reptís* os *arcos* do quarto par, do mesmo modo que nos *amphíbios*, persistem formando as duas *crossas aórticas*. Já não succede o mesmo nas *aves* e nos *mammíferos* adultos, que possuem uma só *crossa aórtica*, — *direita* nas *aves* e *esquerda* nos *mammíferos*, à qual se ligam de maneiras várias os restos do outro arco do mesmo par para formar as bases da *sub-clávia* correspondente.

Ha a notar ainda, que, nos embryões dos vertebrados *exclusivamente* pulmonares, as *crossas aórticas* communicam directamente com as *arterias pulmonares* por intermédio do chamado *canal de BOTAL* ou *canal arterial*, o qual se oblitera assim que o pulmão começa a funcionar. Graças a uma tal disposição o sangue que atravessa as *arterias pulmonares* pode, derivando por esta anastomose, evitar a passagem pelo tecido do pulmão.

*Systema cardial*.—A seguir ao vaso antineural têm origem, nos *peixes*, as *veias cardiaes* com os *canaes de CUVIER*;

nos *selácios*, a esta disposição junta-se ainda a existencia de *veias lateraes*.

Em virtude da predominancia das *veias cardiaes* (como vasos que conduzem o sangue ao coração) a veia sub-intestinal deminue de calibre correlativamente mas recebe ainda o sangue das veias supra-hepáticas.

Na ontogenia dos *amphíbios* têm também logar as duas phases descriptas, mas as disposições complicam-se pelo apparecimento duma *veia cava inferior*. Esta compõe-se de duas partes distinctas: uma ligada ao coração, de *formação nova*; outra *terminal* e constituída à custa da porção da *veia cardial inferior direita* situada ao nivel dos rins primitivos.

Esta veia, de lateral que é primitivamente, vae-se aproximando da linha média à medida que augmenta de calibre, e torna-se a *via venosa* principal do organismo. A *veia cardial esquerda* e os *restos da direita* deminuem harmonicamente de calibre e transformam-se nas *ázigos*; as *veias abdominaes*, homólogas das *lateraes dos selácios*, lançam o sangue na veia porta para atravessar o fígado.

Os *canaes de CUVIER*, com as *veias cardiaes superiores*, persistem durante toda a vida e constituem as *veias cavas superiores* do adulto, onde desembocam as *veias jugulares* e *sub-clávias*.

Enfim, os *amniotas* no seu desenvolvimento ontogénico reproduzem as três phases descriptas, ultrapassando-as porém com o apparecimento de novas disposições, sem todavia alterarem profundamente as linhas geraes do systema sanguíneo dos *amphíbios*; a *veia cava inferior*, é a veia mais importante do organismo; as *veias cardiaes superiores* com os *canaes de CUVIER* formam as *veias cavas superiores*; as *veias supra-hepáticas* lançam-se na *veia cava inferior*.

Nos *reptís* e nas *aves*, as *veias cardiaes inferiores* atrophiam-se e sam substituídas pelas *vertebraes*. Uma *veia abdominal*, homóloga da dos *amphíbios*, existe nos *reptís* e falta nas *aves*.

Os *mammíferos* conservam as veias *cardiaes inferiores*, com as quaes constituem as *veias ázigos e hemi-ázigos*.

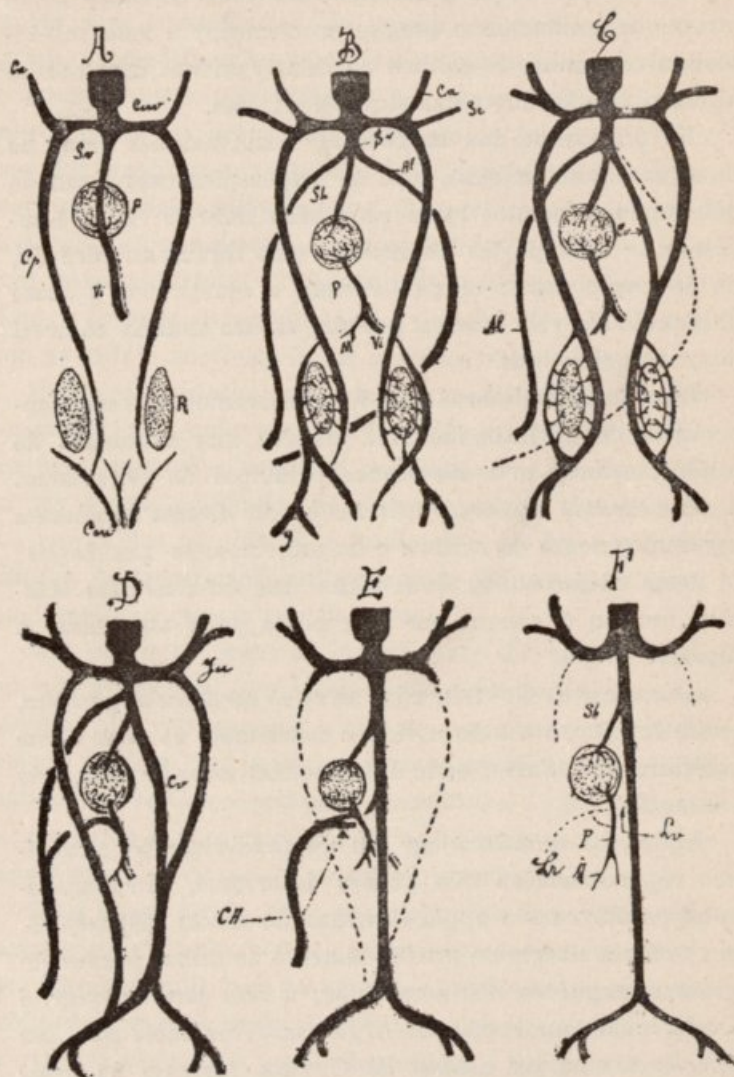


Fig. 27. — Desenvolvimento embryonario do systema venoso nos vertebrados *amniotas*, segundo ROULE.

Em todos os desenhos os troncos similares estão orientados do mesmo modo: os que persistem vão a *traços cheios*, os que desaparecem não sam representados ou vão a *traços ponteados*. O *fígado* é representado por um círculo ponteadado situado na metade superior de todas as figuras. *Cuv*, canaes de CUVIER; *Se*, seio venoso; *Vi*, veia vitellina; *Ca*, veia cardinal anterior (superior); *Cp*, veia cardinal posterior (inferior); *Cau*, veia caudal; *Sc*, sub-clávia; *Al*, veia allantoidéa; *Cv*, veia cava inferior;



*Sh*, veia supra-hepática; *P*, veia porta; *M*, veia mesentérica; *I*, veia ilíaca; *Ju*, veia jugular; *Ca*, veia cava anterior (superior). — Em **A**, primeiros esboços do systema venoso. — Em **B**, apparição de veias allantoidéas, primeira formação do systema porta hepático pela atrophía da porção da veia vitellina situada no figado. — Em **C**, apparição da veia cava inferior. — Em **D**, amplificação desta última e deminuição correlativa das cardiaes; a veia allantoidéa esquerda (a direita atrophiou-se desde a phase **C**), envia um ramo à veia porta. — Em **E**, persiste só este ramo e emite o canal complementar de Arantius destinado à veia cava inferior; as cardiaes inferiores atrophiam-se mais ou menos. — Em **F**, a veia allantoidéa desaparece por sua vèz; e o systema venoso definitivo acha-se constituído nas suas linhas geraes. Resulta ainda da comparação destas figuras com as figg. 22 e 23 o principio fundamental de FRITZ MÜLLER.

Os *canaes de CUVIER* e as *veias cardiaes superiores* persistem nos *monotremes*, *didelphos* e *insectivoros*, etc., onde constituem as duas *veias cavas superiores*; porém no *homem* e noutros *mammíferos*, existe uma só *veia cava superior* que lança no *coração* todo o sangue da *cabeça* e dos *membros superiores*.

É possível, neste último caso, reconhecer ainda a existencia duma parte do *canal de CUVIER* correspondente à *veia cardial superior* que desapareceu, e que entra na composição do *seio da veia coronaria*.

Os *systemas das veias portas* soffrem também, no decurso da *embryogenia*, modificações interessantes que convém registrar.

O *systema porta renal* estabelece-se cêdo no *embryão* e obriga o sangue dos membros inferiores e da bacia a atravessar a massa do rim, donde é transmittido à veia cava inferior ou às veias cardiaes.

Esta disposição existe sempre nos *peixes* e nos *amphíbios* e durante as primeiras phases da *ontogenia* dos *reptís inferiores*; nas *aves* e nos *mammíferos* desaparece completamente com o desenvolvimento dos rins *metanephridios*.

O *systema porta hepático* soffre modificações mais importantes.

O figado ainda rudimentar, recebe sangue da veia sub-intestinal. O sangue venoso, conduzido do intestino pelas *veias mesentéricas* e da vesícula vitellina pelas *veias vitellinas*, atravessa o seio venoso para chegar ao coração; uma porção deste sangue penetra também nos capillares hepáticos.

Em virtude do desenvolvimento sempre crescente do

fígado, a rêde capillar hepática adquire preponderancia sôbre a porção do seio venoso que lhe deu origem, a ponto de obrigar todo o sangue vindo do intestino a atravessar a massa do fígado para chegar ao coração.

O *seio venoso* é assim dividido em duas partes: uma supra-hepática, ligada ao *coração*, e outra sub-hepática na dependencia das *veias vitellinas e mesentéricas*.

As cousas conservam-se assim nos *peixes e amphíbios*, com a seguinte restricção: como, à medida que o embryo se desenvolve, as veias vitellinas se vam atrophando, a porção sub-hepática do seio venoso é, no adulto, constituída simplesmente pelas veias mesentéricas, de cuja coalescencia resulta a porção *proximal* da veia porta.

Nos *allantoidêos (reptis, aves e mammíferos)* as transformações sam mais complexas.

A vesícula allantoide gosa dum papel importante na *nutrição e respiração* (pela placenta) embryonarias, e o sangue que della sâe é também obrigado a atravessar o tecido do fígado.

No comêço da embryogenia, as *veias allantoidêas* lançam-se directamente no seio venoso, sem atravessarem o fígado, depois enviam uma anastomose à veia porta.

Esta anastomose augmenta successivamente de calibre e, pela atrophia das porções supra-hepáticas das veias allantoidêas, termina por existir só; dêste modo todo o sangue que provém da vesícula allantoide, da vesícula vitellina e do intestino, antes de attingir o coração, penetra no fígado.

No termo da vida embryonaria, estabelece-se uma outra anastomose entre as *veias allantoidêas* e a *veia cava*; assim, uma parte do sangue allantoidêo pára no fígado, a outra parte é lançada directamente na veia cava. Esta anastomose é o *canal de Arantius*.

Terminado o desenvolvimento embryonario, as veias allantoidêas atrophiam-se, e as porções vizinhas do fígado constituem cordões fibrosos, que persistem no adulto — o *ligamento redondo* do fígado. O canal d'Arantius constitue o *ligamento venoso*.

## CAPITULO IV

## Histogénese

O sangue e o endothélio dos vasos sanguíneos teem, como sabemos, uma origem blastodérmica commum, e, no adulto, nas zonas onde existe uma hematopoiese activa (medulla dos ossos, tecido do baço), os vasos apresentam disposições em harmonia com o trabalho hematopoiético.

Como dissemos parece existir uma relação estreita entre a forma das hemátias e o logar mais ou menos elevado dos vertebrados na escala. Assim é com effeito, e a embryologia vae mais uma vez mostrar a sua enorme importancia na confirmação de certos princípios biológicos.

## Evolução dos glóbulos

O sangue dos embryões de todos os vertebrados, possui primitivamente glóbulos vermelhos, *esphéricos* e *nucleados*, capazes de se multiplicar por divisão (1); numa certa altura da ontogénese, os glóbulos esphéricos nucleados sam substituídos por glóbulos *ellípticos*, *biconvexos* e *nucleados* nos vertebrados *ovíparos*; e por glóbulos *discoides*, *bicôncavos*, *anucleados* nos vertebrados *vivíparos*.

Os glóbulos vermelhos passam, pois, durante o desenvolvimento ontogénico por phases análogas às que achamos quando se sóbe no estudo das hemátias a escala dos vertebrados adultos e dispostas pela mesma ordem:— *células esphéricas nucleadas*, *células ellípticas com nucleo*, *elementos chatos* ou *bicôncavos sem nucleo*.

---

(1) REMAK, cit. em M. DUVAL, *Precis d'histologie*, pag. 53.

Vê-se mais que, tanto *phylética* como *ontogênicamente* se tende para a eliminação do núcleo nas hemátias e por isso a ausencia d'este órgão, deve representar um aperfeiçoamento funcional, uma vantagem.

Com effeito, se a hemátia tem por fim único e exclusivo o transporte de oxygénio do meio exterior para os tecidos, e se este transporte se faz por intermédio da hemoglobina, o núcleo, que se não carrega desta substância, representa uma parte inutil sob o ponto de vista funcional e por tal motivo, deve ser eliminado.

Pelo que respeita à *forma*, deve também ser mais perfeito aquelle glóbulo, que sob *menor volume* apresente uma maior superficie, permittindo mais facilmente a absorção do oxygénio do meio exterior e a sua cedencia aos tecidos. Ora é bem evidente que ainda a este respeito, os glóbulos *bicôncavos anucleados*, representam sem dúvida um *aperfeiçoamento*.

Pelo que respeita às *dimensões*, seria também facil mostrar, que as *hemátias pequenas* sam ainda uma *vantagem*.

Por muito differentes que sejam as dimensões dos glóbulos nos differentes vertebrados, medidas rigorosas mostram que em *todos* a unidade de volume de sangue, contém uma quantidade relativamente pouco differente de hemoglobina; ora é evidente que uma mesma massa apresenta uma superficie para trocas tanto mais extensa, quanto mais dividida estiver, e é por este motivo que os glóbulos mais pequenos sam os mais perfeitos.

Assim, *um centímetro cúbico* de sangue *humano* contém *cinco milhões* de glóbulos rubros, enquanto que num volume igual de sangue de *tritão* existem apenas *oitenta mil*.

Os *glóbulos vermelhos primitivos* sam células completas em todos os vertebrados sem excepção, susceptíveis de divisão *directa* (REMAK) e *cinética* ou *mitósica* (VAN DER STRICHKT), parecendo ser este o caso mais vulgar. Estes glóbulos vermelhos primitivos chamam-se *erythroblastas*.

Regiões ha no embrião onde a multiplicação dos ery-

throblastas é mais activa, taes como: a *área vascular embryonaria*, o *figado* e o *baço embryonarios*.

Nas primeiras phases da ontogénese não existem ainda glóbulos brancos, que só mais tarde apparecem, provindo segundo VAN DER STRICHT de *células emigrantes* de origem mesodérmica, que atravessam as parêdes dos capilares.

Formação secundaria de hemátias nos ovíparos. — Os glóbulos vermelhos primordiaes não conservam indefinidamente a propriedade de se dividir e, alcançada uma certa phase do desenvolvimento embryonario, o sangue dos organismos não se poderia refazer das perdas constantes de elementos figurados, se não existisse uma outra origem para os glóbulos.

Como já dissemos, sam os *hematoblastas* as células mães das hemátias do individuo adulto, e a questão da origem dos glóbulos vermelhos no adulto, reduz-se à da origem dos hematoblastas.

VULPIAN (1) e POUCHET, demonstraram que sam os *leucócytos mononucleares (lymphócytos)* a origem dos hematoblastas e portanto das hemátias do adulto.

Os lymphócytos, por sua vez, correspondem a células mesenchymatosas, que constituem o primeiro rudimento do baço, mas que não entram na formação do retículo da *polpa*; figuram como elementos livres dentro das malhas, constituídas por células anastomosadas do tecido esplénico (2).

Destas células provêm os lymphócytos, que por sua vez dam os leucócytos propriamente ditos, ou hematoblastas nucleados.

Esta transformação ultima dos lymphócytos, tem sobretudo logar na *médulla dos ossos*, segundo as observações de MALLASSEZ e no tecido do baço.

---

(1) *De la segmentation de globules*, M. DUVAL, ob. cit., pag. 721.

(2) M. DUVAL, ob. cit., pag. 784.

Formação secundaria das hemátias nos vivíparos. — Nós já sabemos que se as hemátias nucleadas dos vivíparos provêm de hematoblastas nucleados, as hemátias sem núcleo dos vivíparos provêm análogamente de hematoblastas sem núcleo.

A questão está em determinar a origem destes últimos.

Nos ovíparos os hematoblastas resultam única e simplesmente da differenciação de lymphócytos, mas no caso dos vivíparos o phenómeno é mais complexo, visto estar averiguado que os hematoblastas destes vertebrados não têm o valor morphológico de células. Não provêm da transformação, *in toto*, de células, mas sam *elaborações* dessas células.

Já sabemos como nos embryões se constituem os vasos capillares à custa de células mesenchymatosas e como esses capillares se anastomosam por intermédio doutros provenientes de proliferações dos elementos das parêdes dos capillares preexistentes.

Nas parêdes dos cordões de WOLFF, apparecem *gomos* (pontas de crescimento), que caminhando uns para os outros, se encontram e anastomosam, constituindo a rede vascular.

A rede vascular do fígado embryonario forma-se pelo mesmo processo e NEUMANN observou, e KUBORN de Liège verificou dum modo completo uma activa produção de glóbulos vermelhos dentro das *células gigantes* do fígado, que não sam mais que pontas de crescimento dos capillares hepáticos.

KUBORN observou ainda que nesta elaboração havia a distinguir duas phases.

Na primeira phase dá-se uma gemmiparidade do núcleo das células gigantes e os differentes *gomos* cercando-se de protoplasma, que se impregna de hemoglobina, dam origem a um número igual de hemátias nucleadas.

Na segunda phase, os núcleos não se alteram e simplesmente no interior das células, no *protoplasma*, se isolam corpúsculos esféricos impregnados de hemoglobina,

que depois constituirám hemátias anucleadas, características do sangue do adulto.

Do mesmo modo se podem considerar elaborações hematoblásticas intracellulares, as hemátias anucleadas que provêm das células *vaso-formativas* de RANVIER e das *manchas leitosas* do *epíploon* do coelho, considerando essas células como pertencendo a *pontas de crescimento* de rêsdes capillares em via de constituição.

Como é evídente, os capillares, não estão contínuamente a formar-se, e portanto, se não houvesse outros processos de elaboração de hemátias, estas desapareceriam do sangue.

Tal não succede porque a medulla dos ossos e o tecido do baço sam séde duma hematopoiese activa.

Sam os lymphócytos que, carregando-se de hemoglobina, evolucionam em hemátias, mas ao passo que nos vertebrados ovíparos cada lymphócyto dá um hematoblasta nucleado, nos vivíparos o caso muda.

As células de NEUMANN, lymphócytos modificados, muito maiores que as hemátias, de contornos irregulares, produzem à sua superfície *gomos* sem alguma participação do núcleo; estes *gomos*, isolando-se, constituem corpúsculos com os caracteres dos hematoblastas anucleados de HAYEM.

Assim os hematoblastas do *adulto*, nos vivíparos, sam elaborações *pericellulares* das células hemoglóbicas, e no *feto* elaborações *intracellulares*; em ambos os casos porém, ha uma differença manifesta entre a hematopoiese nos ovíparos e nos vivíparos.

Nos primeiros as cellulas hemoglóbicas transformam-se inteiramente em hematoblastas; nos segundos cada célula é a origem de vários hematoblastas.

Estas differenças sam consequencia duma especialização *completa* das hemátias dos vivíparos à função respiratoria e devem considerar-se como exprimindo um aperfeiçoamento, embora os glóbulos vermelhos anucleados, não tendo o valor de células, pareçam elementos morphológicamente inferiores às hemátias nucleadas,

Este facto não é isolado e, percorrendo a série dos vertebrados, ou os estados successivos do desenvolvimento embryonario dum vertebrado, assistimos repetidas vezes a *substituições successivas* dum *elemento* por *outro*, dum *orgão* por *outro*, etc. para realizar a mesma função.

É assim que, o tecido *ósseo* se substitue ao *cartilagineo*, que a respiração *pulmonar* se substitue à *branchial*, etc.

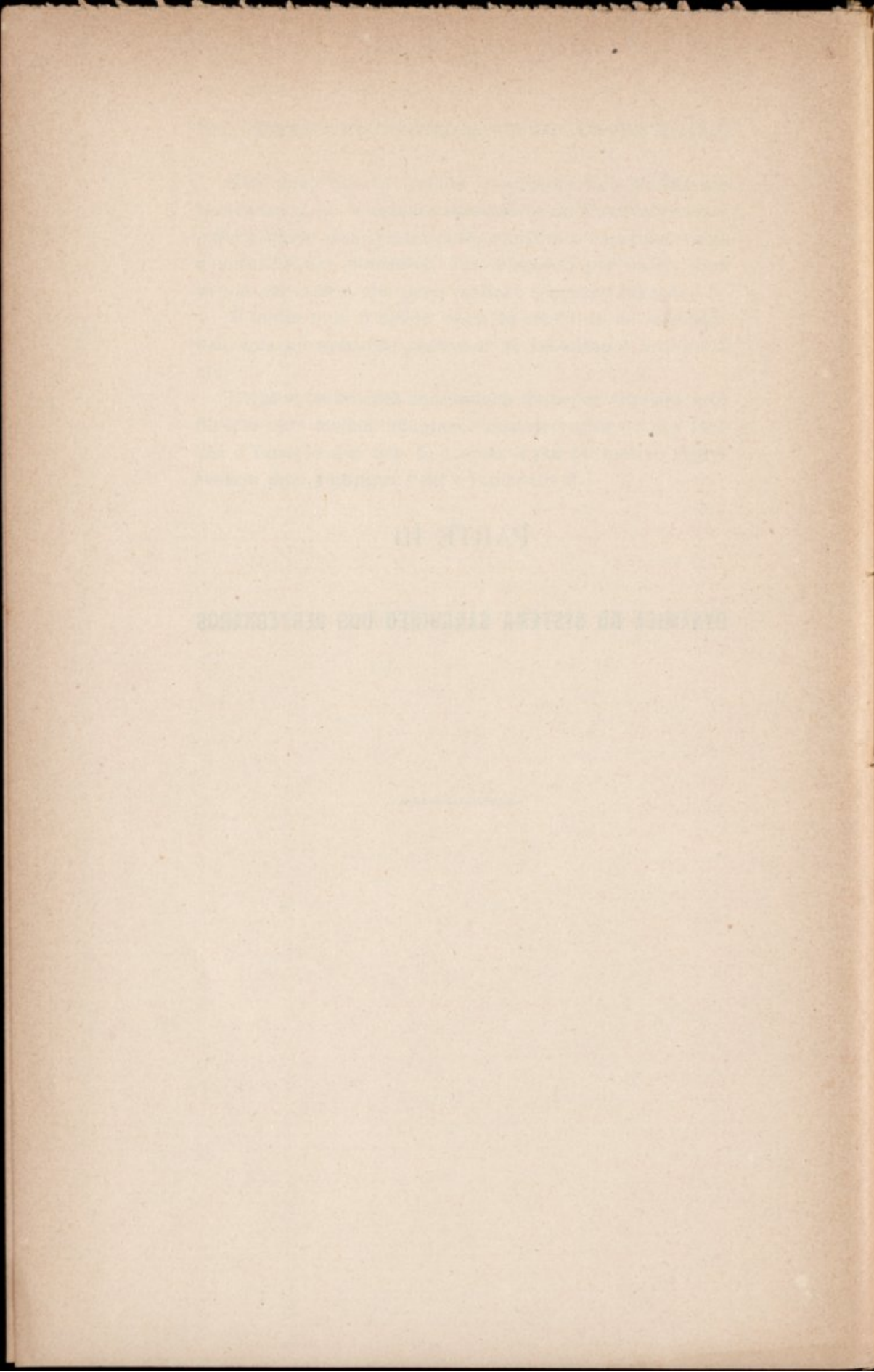
Estas substituições successivas têm por consequencia directa uma melhor adaptação dos elementos ou dos tecidos à função que tem de exercer e por tal motivo representam uma vantagem real e indiscutivel.

---



PARTE III

DYNÂMICA DO SYSTEMA SANGUÍNEO DOS VERTEBRADOS



## CAPITULO I

### Generalidades

Pela eliminação dalgumas das abstrações fundamentaes da Estática chegamos, em Cinemática, à noção de *continuidade*, que nos conduziu a hypóthese da *evolução*.

A esta hypóthese contrapõe-se a sua reciproca, que se enuncia: *a variação não só é susceptivel do mesmo symbolismo que o movimento, mas é ella mesma um movimento verdadeiro; uma deformação* (1). O conjuncto dessas deformações representa um *espaço percorrido*.

A idea de movimento anda associada à de *fôrça*, e embora os movimentos possam ser estudados independentemente das fôrças, — Cinemática — não é por isso dispensavel o seu estudo dynâmico.

Advertiremos porém que, pela complexidade maior do *phenómenos biológicos*, devemos substituir o conceito de *tôrça*, pelo de *causa*, que comportando o *porquê* do movimento, encerra tambem o *como*, que nos interessa principalmente, visto ser talvez a única parte dos phenómenos accessivel às investigações biológicas.

Sempre portanto que uma *série* nos dê a noção dum movimento, devemos investigar a sua causa, isto é, qual o conjuncto de acções physico-chymicas, que determinaram as reacções particulares, cujo effeito é a modificação considerada.

---

(1) HOUSSAY, ob. cit., pag. 631.

Quer isto dizer, que em Dynámica não tem logar uma das abstrações communs à Estática e à Cinemática, isto é, que os sêres vivos devem ser considerados como objectos materiaes quaesquer, sujeitos às *leis cósmicas*, e por isso, devemos sempre attender à acção do *meio ambiente*.

Por ousada e absurda que pareça esta affirmacão, nem por isso deixa de representar uma verdade indiscutivel com a restricção, porém, de não irmos comparar e confundir brutalmente um *homem* — sêr consciente e duma organizacão elevadíssima, — com um objecto tam inerte como uma *pedra*.

Com effeito, as séries da Cinemática mostram que na Biologia se assiste, à maneira que descemos na escala animal, a uma *deminuição* progressiva na nitidêz dos phenômenos da *vontade* e da *consciencia*, na *complexidade da forma*, nas variações da estructura, etc., até ficarmos reduzidos às manifestações elementares da vida protoplásmica.

Estas manifestações sam como que as suas propriedades, pelas quaes o podêmos definir physica e chymicamente, do mesmo modo que definiriamos uma substancia material qualquer da qual simplesmente differe pela sua maior complexidade.

Advirta-se porém que esta complexidade não pode jãmais servir de marco divisório entre substancias vivas e corpos inertes, porquanto a Chymica nos mostra uma série contínua de termos nos estados dos corpos materiaes, desde os mais simples *elementos* até aos mais complexos da Chymica orgânica — os *albuminoides*.

Por outro lado, dentre as manifestações da vida elementar, não ha uma só que seja propriamente especial e nova; encontram-se simplesmente combinações que toda a matéria, por mais inerte e menos estructurada que seja, é susceptivel de possuir sob a influencia de acções physicas determinadas.

Se nos mantivermos dentro dos limites das *reacções motrizes*, — as que melhor se poderiam tomar como características dos sêres vivos, veremos ainda que essas rea-

ções estão longe de ser desconhecidas no mundo inorgânico.

Uma barra de ferro dilata-se pela acção do calor e não é esta dilatação, um movimento proporcionalmente tão importante como o movimento duma *amiba*?

A *rapidêz das combinações* é também uma condição de manifestações motrizes. Todos conhecem o movimento rápido do fragmento de *potassio* lançado na agua.

Os movimentos devidos às causas *physicas* produzidas ao *contacto* de dois líquidos, os movimentos de *diffusão*, são tudo quanto ha de mais semelhante aos movimentos do protoplasma.

A característica fundamental criada por LAMARCK para distinguir as *massas inertes* das *substancias vivas*, o crescimento, — por *juxtaposição* nas primeiras e por *intuscepção*, nas segundas, — não tem valor real.

Em primeiro lugar *todos* os corpos para crescer necessitam ser postos em condições convenientes, precisas e definidas em cada caso. Um *caracol* e alguns *seixos* collocados dentro dum sacco nunca crescerão.

Além disso se a *juxtaposição* é um phenomeno aceitavel quando se trata do crescimento dum corpo sólido, já assim não succede quando nos referimos aos *líquidos* ou aos *gazes*.

Um volume qualquer de *hydrogénio* mettido na proveta do *cáthodo* dum voltâmetro prompto a funcionar, encontra-se nas condições precisas para *crescer*, mas ninguem poderá affirmar que esse crescimento se effectuará por *juxtaposição* melhor de que por *intuscepção*.

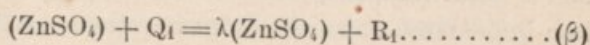
DANTEC crê ver na *assimilação funcional*, isto é, na propriedade que os protoplasmas possuem *de criar*, à custa dos materiaes accumulados no meio, substancias semelhantes à sua, um apanágio dos seres vivos.

Mas à fórmula

$$a + Q = \lambda a + R, \dots \dots \dots (x)$$

com que DANTEC eschêmatiza a assimilação funcional e

onde  $a$  representa a substancia viva em reacção,  $Q$  as substancias extraídas do meio e  $R$  os *escreta*, podemos contrapor esta outra



onde  $ZnSO_4$  representam um corpo *inerte* collocado em condições de crescimento, condições que aliás conhecemos muito bem — *agua, zinco e ácido sulphúrico*.

Pode-se porém objectar que a comparação não é completa nem perfeita, porquanto a porção *inicial* de  $ZnSO_4$  é dispensavel para a realização da reacção ( $\beta$ ) enquanto que a quantidade  $a$  de substancia viva inicial é *absolutamente* necessaria para que a reacção ( $\alpha$ ) tenha logar.

Donde resulta para cada *sêr vivo* uma *necessidade de existencia* anterior a todo o momento em que o considerêmos.

Mas esta necessidade existiu sempre em todos os tempos e em todas as circumstancias?

Os resultados maravilhosos a que tem chegado a *synthese orgânica* permitem responder negativamente, e se nós soubessemos *synthetizar* tam simplesmente um protoplasma como sabemos fazer a *synthese* dum sulfato, poderíamos também obter esse protoplasma sem sermos obrigados a collocar *prêviamente* no reservatorio um seu fragmento.

A *necessidade de existencia* anterior a todo o momento em que consideremos os sêres vivos, é uma *abstracção* que resulta da nossa ignorancia acêrca dos processos de *synthese* dos protoplasmas.

Além disso, certas circumstancias permitem que vejamos os corpos inertes comportar-se dum modo não menos extraordinario do que os corpos vivos.

Todos conhecem o facto de se poder conservar, ao abrigo de influencias perturbadoras uma solução *super-saturada* dum sal qualquer.

Pois muito bem, se numa dissolução nestas condições introduzirmos um pequeno crystal da mesma substancia

que está dissolvida, ver-se-ha crystallizar em torno desse núcleo não só o sal que estava em *excesso*, mas *todo* quanto se achava em solução.

Esta última parte constitue uma *extração* feita pelo crystal ao meio em que se encontra e que não seria capaz de effectuar noutras circumstancias, por exemplo, numa solução simplesmente saturada.

O método dynámico consiste essencialmente na *experiencia*, e o seu caracter fundamental reside no modo como se emprega a *comparação*.

A Estática usa a *comparação simples*, a Cinemática a *comparação serial* e a Dynâmica, pelo emprêgo da *comparação experimental* entre elementos *biseriados*, tem por objecto descobrir entre elles relações de *causalidade* ou relativas à causalidade.

## CAPITULO II

### Determinismo do systema sanguíneo

Já por varias vezes temos affirmado a relação que existe entre a localização do apparatus respiratorio e a organização do systema sanguíneo.

Nos vertebrados a função respiratoria localiza-se na região *anterior do corpo* e sam faceis de determinar as causas dynâmicas desta localização. Como o animal caminha sempre no mesmo sentido, as *fendas branchiaes anteriores* sam percorridas por *agua mais fresca* e melhor *arejada*, donde resulta um estímulo ao melhor funcionamento das guelras correspondentes; pelo contrario, as *fendas branchiaes posteriores* atravessadas por correntes tanto mais esgotadas de oxygenio quanto mais longe se

encontram do orificio externo da boca, tendem a funcionar menos e atrophiam-se pouco a pouco.

Esta localização da função respiratoria nas fendas branchiaes anteriores, determina a anastomose dos angiômeros, primitivamente independentes, nas regiões ventral e dorsal.

Isto pôsto, os elementos figurados do sangue, tendo de

atravessar as fendas branchiaes que se conservam em funcionamento, necessitam de ser postos em movimento (visto não terem movimentos proprios) e desta necessidade resulta o coração.

Com effeito, as *guelras anteriores*, únicas que se conservam funcionaes, tendem a aperfeiçoar-se em virtude do seu proprio funcionamento e d'aí resultam plicaturas numerosas, cujo fim é o augmento de superficie, facilitando as trocas osmóticas.

Consequencia directa deste au-

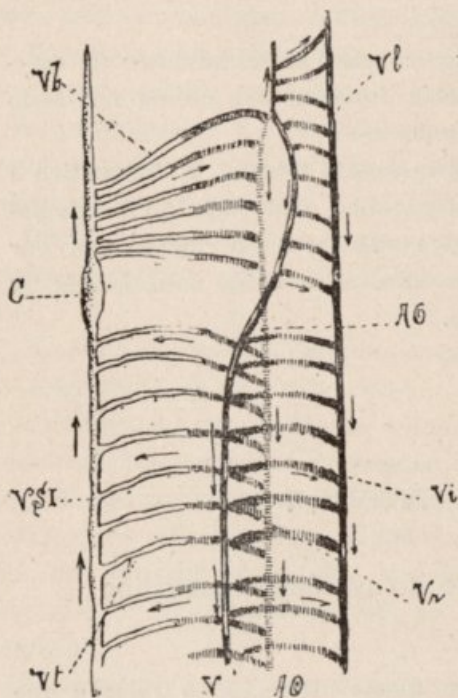


Fig. 28. — Eschêma para mostrar o determinismo do coração dos vertebrados segundo HOUSSAY.

VSI, vaso sub-intestinal; C, coração; Ao, aorta; V, veia cardíal; Vl, vaso lateral; Vb, vaso branchial; Vt, vaso transversal; Vi, vaso intermetamérico; Vr, vaso unitivo.

gmento de superficie é uma maior difficuldade na circulação através do tecido da *guelra*, em virtude do augmento de attrito que dêste modo determina o apparecimento dum centro motor que active a circulação.

Nos embryões dos *teleósteos* todo o vaso *sub-intestinal*



é contractil, propriedade que por fim se localiza num ponto situado por detrás da última *fenda branchial*.

Esta parte do vaso antineural — *coração*, adquire pela junção de elementos mesenchymatosos, nos vertebrados superiores, um desenvolvimento tal que chega a torcer-se em *hélice*.

As modificações ulteriores e que respeitam à divisão da cavidade primitiva em lóculos distintos, sam faceis de comprehender e já dellas demos notícia.

O *systêma cardial* apparece agora como a consequencia immediata da existencia dum coração.

Com effeito, o coração situado como fica dito, constitue um centro de *pressão* para a zona situada para *deante delle* e um centro de *aspiração* para a que lhe fica por *detrás*. Esta differenciação funcional determina differenças morphológicas correlativas e para melhor comprehendermos o seu mechanismo consideremos em separado as três regiões seguintes: *α) cabeça postoral*, *β) tronco* e *γ) cabeça preoral*.

*α) Cabeça postoral*. — Em cada angiômero da região branchial, o *vaso transversal* envia ao esbôço *cardino-aórtico* um affluxo de sangue, que determina um *augmento de pressão* na zona correspondente (1); por outro lado este sangue é esvasiado pelo *vaso intermetamérico* respectivo o que determina uma deminuição de pressão na zona correspondente (2).

Por consequencia entre estas duas zonas, onde ha pressões sanguíneas differentes, tende a estabelecer-se uma separação, segundo *xy*, que dividirá longitudinalmente o esbôço *cardino-aórtico* em duas partes: o *tronco aórtico com o vaso transversal* (futuro arco aórtico) e o *tronco cardial com o vaso intermetamérico*.

*β) Tronco*. — Pelo contrario, a cada angiômero do tronco sòmente chega sangue da região anterior, porque

---

(1) Marcada com o signal + na fig. 29.

(2) Marcada com o signal — na fig. 29.

o da região ventral é aspirado pelo coração; origina-se assim uma zona de pressão marcada com o signal + na fig. 30.

Por outro lado, este sangue saindo do esbôço cardino-aórtico simultâneamente pelos vasos intermetamérico e transversal, constitue-se uma zona de depressão indicada com o signal - na fig. 30.

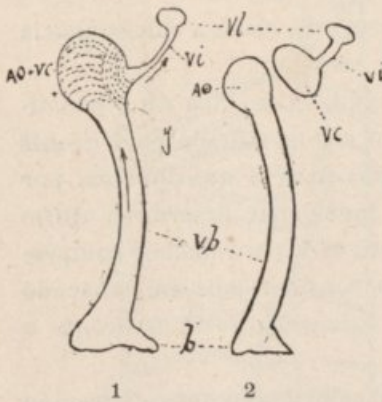


Fig. 29. — Região transversal da cabeça mostrando a origem da veia cardial nos vertebrados. (HOUSSAY).

1, estado primitivo; 2, estado secundário *Ao + Vc*, esbôço cardino-aórtico; +, zona de pressão metamericamente reforçada; -, zona de pressão metamericamente diminuída; *xy* separação entre as duas zonas; *Ao*, aorta; *Vc*, veia cardial; *Vi*, vaso intermetamérico; *Vl*, vaso lateral; *Vb*, vaso branquial; *b*, bolbo arterial.

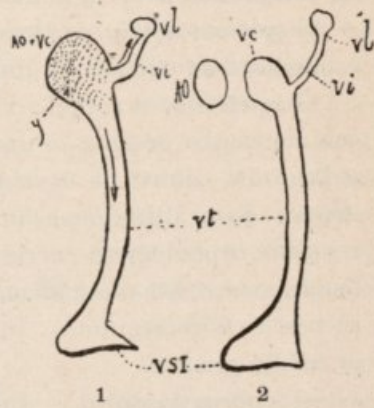


Fig. 30. — Região transversal do tronco mostrando a origem da veia cardial nos vertebrados. (HOUSSAY).

*VSI*, vaso sub-intestinal; *Vt*, vaso transversal. — As outras letras designam o mesmo que na figura anterior.

Deste modo resultam o *tronco aórtico simples* e o *tronco cardial com os vasos transversal e intermetamérico*.

*γ) Cabeça preoral.* — Na cabeça preoral os *troncos aórtico e cardial* anostomosam-se e constituem a *carótida interna*, que dá origem a seis vasos intermetaméricos os quaes como os seus homodynamos se destinam ao vaso lateral que nessa região está dividido em dois ramos.

O coração, tornando-se cada vêz mais poderoso, deter-

mina, por uma aspiração mais forte, uma diferenciação do *vaso transversal* que lhe fica immediatamente posterior e que dará o *canal de CUVIER*.

Por intermédio deste conducto a aspiração é transmittida ao sangue da *veia cardial*, que é assim obrigada a dividir-se em duas partes: uma *posterior* onde o sangue caminha de trás para diante e outra *anterior* onde caminha em sentido inverso.

Por outro lado o sangue dos vasos transversaes é aspirado igualmente pelas veias sub-intestinal e cardial, o que determina a sua divisão pela região média.

As extremidades ventraes dos vasos transversos darão os troncos *mesentéricos*, *esplénicos*, etc., recolhidos pela *veia sub-intestinal*, que constituirá a *veia porta hepática*; as porções dorsaes dos mesmos troncos lançam-se nas veias cardiaes ou nas que as substituem, isto é, nas *ázigos* dos vertebrados superiores.

As modificações subsequentes sam mais que conhecidas e por isso não nos occuparemos novamente dellas.

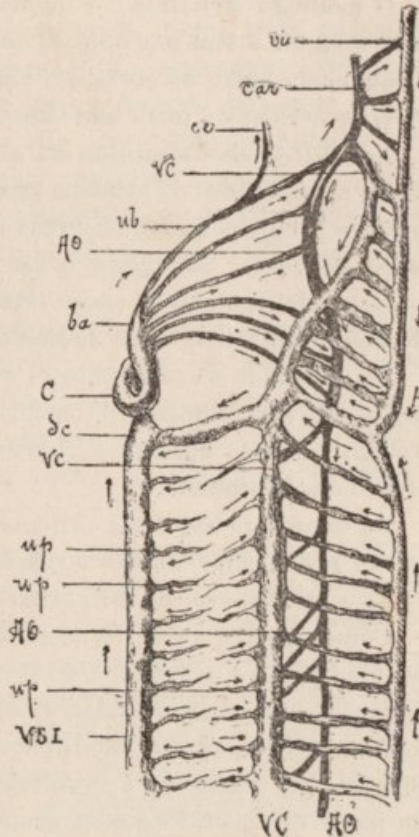


Fig. 31. — Eschêma mostrando a redução dos vasos transversos. (HOUSSAY).

VSI, vaso sub-intestinal; C, coração; Ce, carótida externa, arteria lingual; Ao, aorta; VC, veia cardial; Car, carótida interna; Vb, vaso branchial; ep, vasos peritoniaes, restos dos vasos transversos; ba, bólbulo arterial; dC, ductus Cuvier; vi, vasos intermetaméricos.

Vê-se pois como causas dynâmicas simples podem constituir um apparêlho completo.

O método dynâmico é na sua essencia um método experimental e tem por objecto determinar as relações de dependencia entre as *variações orgánicas* e a composição *physico-chimica* do meio ambiente.

Nos differentes capitulos em que temos exposto as variadas modalidades do systêma sanguíneo dos vertebrados, fizemos principalmente sobresaír como causa determinante de certas variações, o *uso* ou *desuso* dos órgãos correspondentes, mas se assim procedemos foi única e simplesmente em attenção ao método (1).

Na realidade os *hábitos* têm a sua *causa primaria* nas acções physico-chimicas do meio que, impressionando o systêma nervoso do animal, porám em movimento a sua actividade voluntaria.

As investigações desta ordem estám, por assim dizer, na sua phase embryonaria e por isso em pouco se resume o que a tal respeito ha de positivo.

Como muitas vezes tivemos occasião de mostrar, a morphologia e a estrutura do systêma sanguíneo soffrem variações importantes com a passagem do estado embryonario ao estado adulto, modificações que sam uma consequencia, em parte da *hereditariedade* (causas passadas), em parte das *acções do meio* (causas actuaes).

A rapidêz com que essas transformações se effectuam, pelo menos em alguns casos, está na dependencia *directa* de certos factores que têm sido determinados.

Como um exemplo frizante da acção duma *causa physica* sobre a *evolução da forma*, citaremos o caso, por nós já indicado (2), da ontogénese dos ovos de rã provenientes de posturas *serôdias*. Os embryões provenientes

---

(1) Veja-se *Estática e Cinemática*.

(2) Introducção, pag. 3.

da segmentação de semelhantes ovos, atravessam *todo o inverno* sob a forma de *gyrinos*, attingindo somente o estado adulto na primavera seguinte.

Sam também muito interessantes as experiencias de W. EDWARDS sobre as rãs.

Como já tivemos occasião de dizer, estes amphíbios podem, graças à existencia duma *respiração cutânea* importante, manter-se por largos espaços de tempo debaixo d'agua. Nota-se porém que em condições normaes essa respiração é insufficiente e o animal precisa de pôr em funcionamento os seus pulmões passado um intervallo de tempo variavel com as circunstancias e com as qualidades de resistencia individuaes.

W. EDWARDS conseguiu, dentro de limites convenientes de temperatura, — 0° a 10°, manter rãs por *varios mēses seguidos* debaixo d'agua convenientemente arejada. Se porém a temperatura se eleva a 12° ou 14°, aquelles animaes morrem rapidamente, apesar do arejamento se ter conservado constante.

Por outro lado, tem-se notado que as rãs debaixo de agua privada de oxygenio, resistem por algum tempo à asphyxia enquanto a temperatura é baixa, ao passo que morrem instantaneamente com a elevação de temperatura.

Vê-se pois dum modo evidente como uma simples differença de temperatura faz variar as qualidades de resistencia de certos organismos. Este facto tem importancia, por nos mostrar como os animaes aquáticos habitantes das zonas costeiras, sujeitos a uma temperatura sensivelmente mais elevada do que os habitantes das profundidades oceánicas, teriam necessidade de procurar no ar atmosphérico um complemento respiratorio e como por *adaptação* progressiva de certas disposições se tenham tornado exclusivamente pulmonares.

Confirmando a hypóthese da acção retardativa do abaixamento da temperatura na successão das phases embryonarias, podemos citar ainda as experiencias de O. HERTWIG sobre os ovos de rã.

Ovos duma mesma postura, collocados em condições

differentes de temperatura, encontravam-se ao fim de quatro dias em estados tam differentes que nem parecia terem a mesma idade.

Os embryões mais desenvolvidos (cultivados a 24°) apresentavam já *guelras externas*, ao passo que os menos desenvolvidos (cultivados a 10°) nem sequer tinham attin-gido o estado *gástrula*.

A composição chymica do meio pode também exercer uma influencia bastante pronunciada sôbre a evolução dos organismos.

Sam interessantíssimas, por todos os motivos, as experiencias da *parthenogénese* de LOEB e outros, bem como as de *teratogénese* e *pathogénese*.

Sam casos bem *conhecidos* e de importancia *clínica* e *biológica* as alterações mórbidas determinadas no systêma sanguíneo por certas *toxinas*.

Pertencem à mesma categoria de phenómenos, as modificações determinadas no sangue de certos vertebrados pela injeccão de sôros extraídos do sangue doutros. Ultimamente tem-se querido aproveitar estas alterações para a classificação das *espécies* e *raças* (1).

Com effeito, injectando sangue humano no peritonêo dum coelho, o sôro do coelho adquire a propriedade de precipitar o sôro de sangue humano.

Podem também preparar-se por este processo *anti-sôros* para outros animaes e tem-se notado que o anti-sôro para o sangue humano actua também sobre o sangue de certos macacos, dos superiores sobretudo.

Semelhantemente o anti-sôro para o sangue do *cão* actua também sobre o sangue dos outros *canidios*, o anti-sôro para o sangue de *boi* actua sobre o sangue dos outros *bovidios*, etc.

---

(1) NUTHALL (J. H. F.) — *La nouvelle èpreuve biologique par le sang dans ses rapports avec la classification zoologique.* — *L'Annee Biologique*, 1901, pag. 305.

Deste modo a prova pelo sôro pode servir para revelar o grau de parentesco e de afinidade entre as especies animaes.

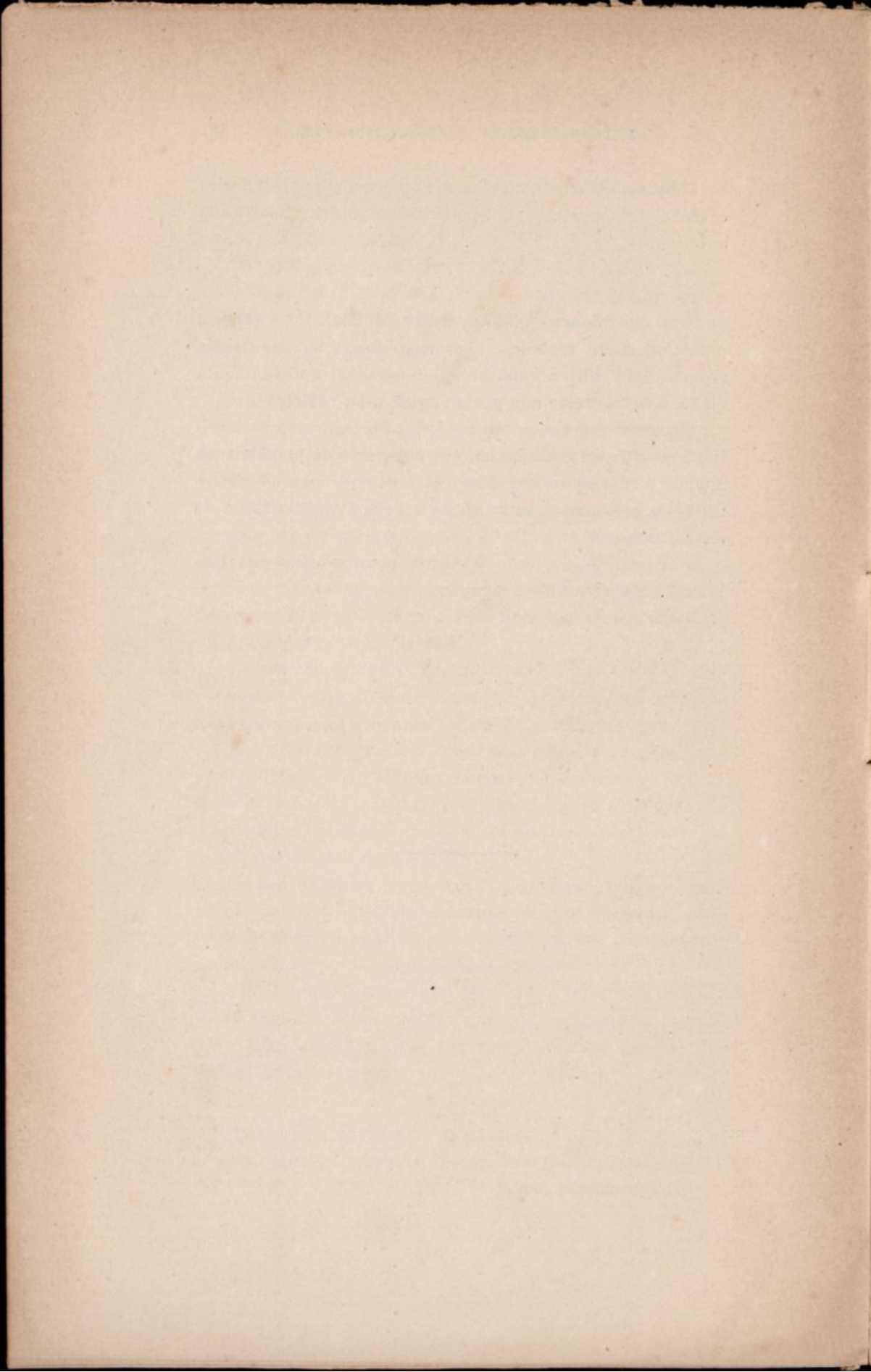
Para terminar: A lei de FRITZ MÜLLER foi o objecto principal deste trabalho e cremos que a sua evidência (admittida é claro a hypóthese da evolução) é nítidamente demonstrada. Resta-nos porém fazer uma restrição.

Ha casos em que a lei de FRITZ MÜLLER se não verifica; esses casos constituem uma categoria de phenómenos âparte e correspondem como já tivemos occasião de dizer (1) a *metaboliás*, onde só ha a considerar o effeito de *causas actuaes*.

A excepção portanto é ainda uma *confirmação* brilhante da verdade do *principio*.

---

(1) Introducção, pag. 6.





## INDICE BIBLIOGRAPHICO

---

- BONEVAL (René) — *Nouveau guide pratique de technique microscopique appliquée à l'Histologie et à l'Embryogénie*. Paris, A. Maloine, 1890.
- BOUTAN (L.) — *Dissections et manipulations de zoologie*. Paris, Octave Doin, éditeur. 1897.
- CHATIN (J.) — *Organes de nutrition et de reproduction chez les vertébrés*. Paris, G. Masson. Gauthier-Villars et fils.
- CLAUS (C.) — *Éléments de zoologie*. Trad. sur la quatrième éd. allemande par G. Moquin-Tandon. Paris, Librairie F. Savy. 1889.
- DELAGE (Y.) et HÉROUARD (E.) — *Traité de zoologie concrète*. Paris, Schleicher Freres. 1896.
- DELAGE (Y.) — *La structure du protoplasma et les théories sur l'hérédité*. Paris, C. Reinwald. 1898.
- DUVAL (M.) — *Précis d'histologie*. 2<sup>ème</sup> éd. Paris, Masson et C.<sup>ie</sup>, éditeurs. 1900.
- GEORGES (H.) — *Précis de hématologie et de cytologie*. Paris, Octave Doin, éditeur. 1903.
- HAECKEL (E.) — *Histoire de la création naturelle*. Trad. de l'all. par Charles Letourneau. 2<sup>ème</sup> édit. Paris, Reinwald et C.<sup>ie</sup>. 1877.
- HOUSSAY (F.) — *La forme et la vie*. Paris, Schleicher Frères et C.<sup>ie</sup>, éditeurs, 1900.
- Journal de Botanique*. XIII vol.
- KINGSLEY (J. S.) — *Text book of vertebrate zoology*. George Bell and Sons. 1900.

- KÖLLIKER (A.) — *Embryologie*. Trad. sur la 2<sup>ème</sup> édit. all. par Aimé Schneider. Paris, C. Reinwald. 1882.
- LAMARK — *Philosophie zoologique*. Paris, Librairie F. Savy. 1873. *L'Année Biologique*, tom. V, VI, VII.
- PERRIER (R.) — *Cours élémentaire de zoologie*. Paris, Masson et C.<sup>ie</sup>. 1899.
- Philosophical transactions of the royal society of London*. Vol. 185-A.
- Proceedings of the royal society of London*. Vol. 54.
- ROULE (L.) — *Anatomie comparée des animaux*. Paris, Masson et C.<sup>ie</sup>. 1898.
- *L'embryologie comparée*. Paris, Schleicher Frères. 1894.
- *L'embryologie générale*. Paris.
- SOUSA REFOIOS (J. A.) — *Relatorio duma viagem ao estrangeiro*. Coimbra, Imprensa da Universidade. 1891.
- TESTUT (L.) — *Traité d'Anatomie humaine*. 4<sup>ème</sup> éd. Paris, Octave Doin. 1900.
- TOURNEUX (F.) — *Précis d'embryologie humaine*. Paris, Octave Doin. 1898.
- VOGT (C.) et YUNG (E.) — *Traité d'anatomie comparée pratique*. Paris, C. Reinwald et C.<sup>ie</sup>. 1894.
- VON MOJSVAR (A. M.) — *Manuel de zootomie*. Trad. de l'allemand par J. de Lanessan. Paris, Octave Doin, éditeur. 1881.
- WIEDERSHEIM (R.) — *Manuel d'anatomie comparée des vertébrés*. Trad. sur la 2<sup>ème</sup> édit. all. par G. Moquin-Tandon. Paris, C. Reinwald. 1890.
-

## ÍNDICE DAS MATERIAS

	Pag.
PRÓLOGO.....	IX
INTRODUÇÃO.....	1

### PARTE I

#### Estática do systema sanguineo dos vertebrados

CAPITULO I — <i>Noções geraes</i> .....	9
CAPITULO II — <i>Morphologia</i> .....	15
Mammíferos.....	16
Aves.....	22
Reptís.....	26
Amphíbios.....	32
Dipneustos.....	40
Peixes.....	42
Cyclóstomos.....	47
CAPITULO III — <i>Histologia</i> .....	51

### PARTE II

#### Cinemática do systema sanguineo dos vertebrados

CAPITULO I — <i>Generalidades</i> .....	63
---	----



	Pag.
CAPITULO II — <i>Continuidade de forma no systêma sanguineo dos vertebrados</i> .....	70
O amphioxo.....	70
Os dipneustos.....	74
CAPITULO III — <i>Morphogênese</i> .....	81
Formação primitiva do sangue e dos vasos nos embriões dos vertebrados.....	81
Anexos embryonarios e vasos correspondentes.....	83
Evolução dos vasos sanguineos.....	91
CAPITULO IV — <i>Histogênese</i> .....	101
Evolução dos glóbulos..	101

### PARTE III

#### Dinâmica do systêma sanguineo dos vertebrados

CAPITULO I — <i>Generalidades</i> ....	109
CAPITULO II — <i>Determinismo do systêma sanguineo</i> .....	113
ÍNDICE BIBLIOGRÁFICO.....	123



