

## A GENÉTICA

Os aparelhos reprodutores feminino e masculino do cão produzem as células germinativas masculinas (gametas masculinos ou espermatozóides) e as femininas (gametas femininos ou óvulos), promovem o seu encontro (fecundação) formando o ovo, albergam o ovo (nidação), favorecem o seu desenvolvimento e expulsam o produto final (parturição).

Moleza, certo? Errado...

Na realidade é todo um processo complexo e minucioso extremamente interligado.

Há no cérebro uma região chamada hipotálamo cujas células (neurônios) produzem neurohormônios, os quais, chegando à hipófise (pequena glândula situada na base do cérebro numa pequena depressão do osso esfenoide chamada sela turca e dividida em duas regiões, adenohipófise ou hipófise anterior e neurohipófise ou hipófise posterior) estimula a produção de uma série de hormônios.

Dos neurohormônios hipotalâmicos, o hormônio liberador das gonadotrofinas (GnRH) leva a adenohipófise a secretar o hormônio luteinizante (LH) e o hormônio folículo estimulante (FSH).

O LH e FSH, juntamente com outro hormônio hipofisário, a prolactina, irão regular todo o processo de reprodução animal.

A reprodução tem o seu clímax na união do patrimônio genético trazido do pai pelos espermatozóides com o patrimônio trazido da mãe pelos óvulos.

*Nas aves o botão é mais embaixo. Primeiro, porque geralmente somente possuem o ovário esquerdo, situado próximo ao pólo superior do rim esquerdo. Portanto, se for atingido por infecção (ooforite), por exemplo, a possibilidade é muito maior de esterilidade em relação aos mamíferos que possuem os dois ovários funcionando (não existe nos dicionários, neologismo meu, se permitem). Segundo, porque o útero que, logicamente, não receberá o ovo para nidação e desenvolvimento fetal, simplesmente compõe o oviduto como um canal de passagem do ovo e contribui para a formação da casca como veremos mais adiante. O oviduto consiste de 5 regiões perfeitamente distinguíveis pelo exame microscópico: o **infundíbulo**, de paredes delgadas e que forma, na parte superior, um funil para receber o óvulo vindo do ovário. Na região inferior a parede do infundíbulo se espessa tornando-se tubular; o*

**magnum**, notado claramente pelo alargamento e o aumento das glândulas e das pregas mucosas; o **istmo** com menor número de glândulas e musculatura circular mais frágil; o **útero**, bem curto, com mucosa muito pregueada no sentido longitudinal, forte camada muscular e células glandulares colunares. No terço superior o útero tem aspecto muito semelhante ao istmo, diferenciando-se na região mais caudal quando torna-se ovóide e, finalmente, a **vagina**, que tem a parede mais grossa de todo o oviduto, mucosa com pregas muito delgadas e, ao contrário das outras regiões, não participa da formação do ovo e sim da sua expulsão usando a força da sua musculatura.

O aparelho reprodutor do macho é composto por dois **testículos** situados próximos aos polos superiores dos rins (os testículos podem ser tão pequenos como caroço de feijão durante os período quiescentes, mas, nos períodos de grande atividade hormonal, crescem enormemente), pelos **túbulos seminíferos**, pela **rete testis**, que liga o testículo ao epidídimo e nem sempre é encontrada nos pássaros, pelo **epidídimo**, melhor visualizado durante os períodos de criação e pelo **canal deferente** que, zigzagueando, coloca-se paralelamente ao ureter e, por ação hormonal durante o período de cria, torna-se mais tortuoso. Nos três ou quatro milímetros finais o canal deferente projeta-se no urodeum formando a papila. Nos passeriformes, a parte terminal do deferente diferencia-se para formar o glomus seminal que, durante o período de cria, torna-se proeminente na mucosa da cloaca para estocar o esperma. Se o macho for examinado durante o período de cria, o glomus pode ser notado na parede da cloaca, mais nitidamente quanto maior quantidade de esperma contiver. Um dado prático: quanto menor o glomus, menor a capacidade ejaculatória do pássaro e, logicamente, menor poder de fertilização. O **falo**, ausente em algumas espécies de aves, está localizado no proctodeum (a cloaca, final dos sistemas digestivo e urogenital, é composta pelo coprodeu, situado mais cranialmente e onde é esvaziado o reto, o urodeu, situado dorsalmente ao coprodeu e onde estão as aberturas dos ureteres e dos dutos genitais e o proctodeu, que recebe o conteúdo do coprodeu e do urodeu, o qual, através do ânus, é eliminado no exterior). A **papila ejaculatória ( projeção final do deferente)**, **as pregas da mucosa da cloaca**, **os corpos vasculares cloacais e o falo formam o complexo copulatório do macho**. Em algumas espécies de aves, muito poucas aliás, o sêmen é introduzido no oviduto pela introdução do falo como nos mamíferos; em outras, há a eversão (reviramento para fora) das cloacas com a transmissão do sêmen para o oviduto pelo contato entre elas (beijo das cloacas), tanto nas que têm falo como nas que não têm como os psitacídeos. Há trabalhos que falam numa sucção do sêmen para o oviduto. O hormônio folículo estimulante ((FSH) atua no desenvolvimento dos túbulos seminíferos com conseqüente aumento da produção de espermatozóides. O hormônio

*luteinizante tem ação no desenvolvimento das células de Leydig que, como já foi visto, produzem a testosterona, o hormônio masculino por excelência. Além da ação primordial na produção dos espermatozóides e no crescimento dos órgãos reprodutivos, inclusive dos acessórios como o epidídimo, a testosterona atua no comportamento sexual intermediada por outros hormônios (prolactina, progesterona, estrogênios): intensificação das cores das plumagens, dança do acasalamento, defesa territorial, copulação, construção do ninho, incubação e cuidados com os filhotes. No período da cria, a progesterona e a prolactina interagem com o estrogênio para estimular o crescimento e as secreções do oviduto; a associação estrogênio/androgênio estimula a síntese de proteínas e a ossificação fetal.*

### **Formação dos espermatozóides.**

Num corte histológico, o testículo humano mostra de 250 a 300 lóbulos compostos essencialmente por túbulos seminíferos interconectados e torcidos. Todos os túbulos seminíferos são revestidos pelo tecido germinal formado por dois tipos de células: a- Os precursores dos espermatozóides (espermatogônios, espermatócitos primários e secundários e as espermatídes) e b- As células de suporte (células de Sertoli). Modernamente sabe-se que as células de Sertoli têm as seguintes funções: a- Como a espermatogênese inicia-se após a puberdade, as novas células germinativas (gametas) diferenciadas poderiam ser consideradas células estranhas pelo sistema imune e eliminadas. As células de Sertoli protegem os gametas contra a destruição criando uma barreira sangue-testicular; b- Suporte físico e nutricional às células germinativas; c- Fagocitose (incorporação de partículas sólidas pelas células chamadas fagócitos, sem haver penetração da membrana. É usada para a nutrição e na defesa contra elementos estranhos como as bactérias. No caso, é usada para a nutrição do citoplasma eliminado durante a espermatogênese); d- Síntese e liberação da ABP (proteína de ligação do androgênio) que facilita a maior concentração da testosterona no túbulo seminífero; e- Síntese e liberação, durante a embriogênese, do hormônio anti-mülleriano que suprime a formação do duto de Müller, precursor do sistema reprodutivo feminino e, assim, marca a masculinidade do novo embrião; f- Síntese e liberação da inibina, hormônio que inibe a liberação do FSH pela hipófise anterior e g- Secreção de um meio rico em frutose que nutre e facilita o transporte dos espermatozóides pelos dutos genitais, além da síntese/secreção da transferrina que leva ferro até os gametas em maturação. Entre os túbulos seminíferos existe o tecido intersticial contendo células de Leydig que secretam a testosterona (hormônio masculino), vasos sanguíneos e nervos.

Por ação do FSH, da testosterona e da ABP as células precursoras evoluem até o espermatozóide adulto. A prolactina age como antagonista fisiológico da FSH e LH. No homem, a evolução até espermatozóide adulto leva de 69 a 79 dias. No cão, ignora solenemente. *Nas aves os espermatozóides levam, geralmente, de um a dois ou três dias para vir dos testículos para o canal deferente onde termina a maturação e torna-se fértil. Em alguns pássaros, os espermatozóides podem ser estocados também no glomus seminal, alargamento final do deferente.*

O espermatozóide é uma célula alongada composta por: a- A cabeça, onde estão localizados o núcleo que é muito condensado e contém 23 cromossomas no homem, 39 no cão e 9 nas aves e o acrossoma que circunda a região anterior do núcleo e b- A cauda, subdividida em quatro regiões: o pescoço, a peça mediana, a peça principal e a peça final.

A formação dos espermatozóides é contínua nos túbulos seminíferos, sendo produzidos 200 milhões por dia. Esse número diminui na velhice. Os espermatozóides ficam armazenados no epidídimo e, principalmente, no conduto deferente e vesículas

seminais. Os que não são ejaculados sofrem processo de degeneração e são absorvidos.

Assim, é mais inteligente cobrar menos pelas coberturas dos cães e realizá-las mais freqüentemente. Espermatozoides parados são espermatozoides absorvidos ou dólares escorrendo pelas mãos.

Na ejaculação, havendo a cobertura, os espermatozoides são depositados na vagina como parte mínima (5%) de um líquido viscoso e leitoso chamado sêmen. O líquido seminal é produzido pelas glândulas seminais, próstata e glândulas de Cowper e Littre. É rico em proteínas e frutose, açúcar muito raro em outras regiões do organismo. Numa ejaculação são eliminados, mais ou menos, 3 ml de líquido seminal contendo de 35 a mais de 400 milhões de espermatozoides por mililitro. Uma quantidade menor que 35 milhões de espermatozoides por mililitro torna o animal muito menos fértil.

Na passagem pelo epidídimo, que dura três semanas, os espermatozoides completam a sua maturação. Interessante é que os espermatozoides colhidos no epidídimo geralmente são incapazes da fecundação.

Nas aves, a concentração de espermatozoides em 1 ml de sêmen é muito alta, de 1.5 a 3.5 bilhões nos frangos, 9 a 10 bilhões nos grandes psitacídeos até 9.5 a 11.5 bilhões nos periquitos

### **Formação do óvulo. Ovulação.**

O ovário apresenta duas regiões: a- Cortex, com grande quantidade de células e b- Medula, principalmente formada por tecido conjuntivo ricamente vascularizado. O cortex é composto pelo estroma, uma armação de tecido conjuntivo, pelos folículos ovarianos em vários estágios de desenvolvimento e pelas células do estroma que se parecem muito com os fibroblastos. Já no princípio da existência embrionária as células germinativas primordiais, chamadas oogônias, começam a desenvolver-se e, por divisões mitóticas (cada uma gerando duas), chegam a alcançar, no humano, 3 milhões, a maioria das quais degenera e morre. No nascimento cada ovário possui centenas de milhares, podendo chegar aos 500 000, folículos primordiais originários do epitélio germinativo. Os folículos ovarianos, formados pelo oócito primário e células foliculares circundados pelo estroma, passam por diversas fases até a sua completa maturação. Os folículos primordiais, os mais primitivos, consistem do oócito primário circundado por uma camada simples de células foliculares ligadas umas às outras pelos desmosomas. Os folículos primários surgem por evolução dos primordiais e podem ter o oócito circundado por uma camada de células foliculares (folículo primário unilaminar) ou por algumas camadas celulares (folículo primário multilaminar).

Durante essa fase surge uma substância amorfa formada por glicoproteínas secretadas pelo oócito, a zona pelúcida, separando o oócito das células foliculares. As células do estroma começam a se organizar em volta do folículo multilaminar formando a teca interna, lâmina celular ricamente vascularizada, e uma camada celular mais externa, a teca externa, formada principalmente por tecido fibroso conjuntivo. As células da teca interna produzem o hormônio sexual masculino androstenediona, o qual, nas células da granulosa, é transformado em estradiol. O folículo primário evolui até folículo secundário, sendo a proliferação das células da granulosa dependente do hormônio folículo estimulante (FSH). Dentro da granulosa surgem espaços que são preenchidos por um líquido (líquor do folículo), exsudato plasmático contendo proteínas de ligação dos androgênios (ABP), progesterona, estradiol, inibina, foliculostatina e ativina, os quais, regulam a liberação do LH e FSH. Os espaços coalescem e formam uma câmara única, o antro. Por ação do FSH as células da granulosa também sintetizam receptores para o LH. As células da granulosa são organizadas de maneira que o oócito torna-se circundado por um grupo celular que projeta-se em direção ao antro, o cumulus oophorus. A camada simples de células da granulosa que envolve mais intimamente o oócito primário é chamada

corona radiata. A contínua proliferação das células da granulosa e a produção do líquido do folículo darão as características do folículo maduro, também conhecido por folículo de Graaf, com diâmetro entre 2 a 2.5 cm nos humanos. Na evolução uma formação (cumulus oophorus) constituída pelo oócito primário, a corona radiata e outras células foliculares desgarram-se da sua base e flutuam livremente no líquido folicular.

Nos ovários existem folículos em diversos estágios de desenvolvimento, sendo que muitos degeneram antes de tornarem-se maduros. No período do estro alguns folículos maduros (Graaf) liberam os seus oócitos secundários e as células anexas e os outros maduros sofrem atresia e desaparecem. Na mulher, de todos os folículos existentes nos ovários na menarca, somente 0.1 ou 0.2% desenvolvem-se e são ovulados durante a vida.

A **ovulação** envolve amplas modificações hormonais e estruturais. O aumento do estrogênio produzido por folículos secundários e, principalmente, pelo folículo de Graaf, provoca duas conseqüências essenciais: a inibição, por feedback, da liberação do FSH e o aumento súbito da produção do LH, ambas pela hipófise anterior. Esse aumento do LH aumenta o fluxo de sangue para os ovários, ingurgitamento dos capilares da teca interna com o conseqüente edema (inchaço) que é acompanhado pela formação, na região do folículo de Graaf, de prostaglandinas, colagenases e histamina. Paralelamente, o LH promove a evolução do oócito primário a secundário que será ovulado juntamente com as células foliculares vizinhas. O local da parede ovariana onde o folículo de Graaf é pressionado contra ela perde o suprimento sangüíneo, degenera e é chamado de estigma. O mesmo acontece com a parede do folículo de Graaf em contato com o estigma. A degeneração das duas paredes provoca a formação de uma abertura entre o antro do folículo de Graaf e a cavidade peritoneal. Por essa passagem o oócito secundário é liberado caracterizando a ovulação. O oócito ovulado cai na fimbria da trompa uterina e inicia a sua caminhada pela trompa onde, se for o caso, será fecundado pelo espermatozóide. Se não for fertilizado, o oócito degenera e é fagocitado. Após a ovulação, o restante do folículo de Graaf sofre colapso e a cavidade folicular enche-se de sangue (corpus hemorrhagicus). Na evolução o coágulo é fagocitado e, ainda por ação do alto teor de LH, o corpo hemorrágico é transformado no corpo luteum (corpo amarelo) que tem a função de uma verdadeira glândula endócrina. O corpo amarelo é formado por dois tipos de células que são modificações das células da granulosa e da teca interna: a- Células granulosas luteínicas, a grande maioria, produtoras de progesterona e capazes de converter os androgênios produzidos pelas células luteínicas da teca em estrogênios e b- Células luteínicas da teca, de tamanho e quantidade menores e produtoras de progesterona, algum estrogênio e androgênios. A progesterona e os estrogênios produzidos por essas duas espécies de células inibem a produção do LH e FSH respectivamente. Se não houver a gravidez, a queda do LH leva à degeneração do corpo amarelo. Por outro lado, se houver gravidez, a gonadotrofina coriônica, secretada pela placenta é capaz de manter o corpo amarelo (agora chamado corpo amarelo da gravidez) por uns três meses. Não havendo a gravidez, o corpo amarelo, após ser invadido por fibroblastos, fibrosa-se e perde suas funções e, com o nome de corpus albicans, é reabsorvido e os seus restos formam uma cicatriz na superfície ovariana.

Na cadela, a partir do primeiro cio, e em todos os outros, centenas de folículos primordiais, por ação do FSH, ganham a superfície do ovário. Desses, 4 a 20, após evoluírem para folículos maduros, rompem-se liberando os seus óvulos na cavidade abdominal. É a ovulação, que ocorre entre o décimo primeiro e décimo quarto dias do cio.

*Nas aves o furo é mais embaixo. Normalmente a ovogênese inicia-se no embrião quando são formados os oócitos secundários. A meiose, a divisão celular que permite à célula germinativa, no caso o óvulo, manter a metade do patrimônio genético (ao contrário da mitose que permite às células não germinativas dividirem-se dotando as células filhas de todo o patrimônio genético), somente terá início já na fase adulta da ave quando os folículos apresentarão três estágios bem demarcados de*

desenvolvimento: o primeiro, que pode durar de meses até anos, é o repouso pré-nupcial; o segundo, que pode chegar a dois meses, influenciado pelo hormônio luteinizante (LH) e pelo folículo estimulante (FSH), corresponde ao período da não criação (da muda), quando o ovário sofre regressão e um pouco de proteínas é depositada no oócito e o terceiro período caracteriza-se pelo rápido depósito de gema (proteínas) e ocorre, pelo menos nos pássaros livres, quando há a galadura. O estágio três é precedido pelas condutas da aceitação da corte do macho pela fêmea (a paquera, amigos) e da construção do ninho e termina com a ovulação ou, quando ela não ocorre, com a atresia folicular. Terminada a ovulação, o folículo ovariano secreta hormônios não esteróides envolvidos na postura e no comportamento de construção do ninho e nidação. O folículo em desenvolvimento é composto por camadas concêntricas de proteínas da gema, oócito, lâmina perivitelina, células da granulosa, lâmina basal e teca. As células intersticiais e tecais produzem estrogênio e as células da granulosa produzem progesterona. O aumento do estrogênio circulante provoca um pico de LH que estimula a meiose, a rotura do folículo e a conseqüente ovulação. No folículo roto a granulosa continua a produzir progesterona que inibe ovulações futuras e induz aos processos fisiológicos e comportamentais da ave para a incubação e os cuidados com os filhotes. Nunca é demais lembrar que o estímulo à produção hormonal pelo hipotálamo é influenciada também pela luminosidade. As vias de estimulação do hipotálamo pela luz são duas: através do nervo óptico e diretamente através dos ossos esponjosos do crânio.

### **Atuação dos hormônios em todo o processo, um novo enfoque.**

Tanto a maturação dos folículos ovarianos como a ovulação são regulados pelo hormônio folículo estimulante (FSH) e pelo hormônio luteinizante (HL). Estes dois hormônios são produzidos na pars distalis da hipófise anterior sob o controle do hormônio liberador das gonadotrofinas (GnRH) produzido por neurônios hipotalâmicos. Ao se ligar aos receptores das células da pars distalis, o GnRH induz a liberação do FSH estocado e estimula a sua síntese. O desenvolvimento do folículo primordial e do folículo primário unilaminar parece não depender do FSH. Já o contínuo desenvolvimento do folículo primário multilaminar até folículo secundário depende do FSH. O FSH ao se ligar aos receptores específicos das células da granulosa do folículo multilaminar primário estimula o seu desenvolvimento até folículo secundário. O FSH induz também as células da teca interna dos folículos em desenvolvimento a iniciarem a produção dos androgênios que serão convertidos em estrogênios pelas células da granulosa. As células da granulosa do folículo secundário ainda produzem outros hormônios como a inibina, a foliostatina e a ativina que agem na liberação do FSH. Quando o nível de estrogênio aumenta acima de determinado limiar, há a restrição da produção do FSH por dois mecanismos: indireto, pela supressão da liberação do GnRH pelo hipotálamo e direto, por inibição da liberação do FSH pela pituitária anterior. O aumento súbito do HL no sangue estimula o oócito primário a evoluir até secundário iniciando o processo da ovulação, no qual, o oócito secundário é expelido do folículo maduro. As células da granulosa e as células da teca interna do folículo que eliminou o oócito, e que possuem receptores LH, são ativadas pelo LH e proporcionam a evolução do folículo até corpo lúteo; as células da teca interna e da granulosa são convertidas em células luteínicas tecais e células luteínicas da granulosa, ambas produtoras de progesterona, hormônio que estimula o desenvolvimento do endométrio uterino em cada ciclo e inibe, direta e indiretamente, a produção do LH. O corpo lúteo, se não houver gravidez, evolui, na mulher, até corpo lúteo da menstruação e involui por ação da queda do LH e, se houver fertilização, evolui até corpo lúteo de gravidez continuando a produção hormonal embora a placenta seja a principal reguladora hormonal desse período. Havendo a gravidez, a placenta produz gonadotrofina coriônica e dá suporte para o corpo lúteo produzir progesterona no início; posteriormente a placenta assume o papel principal no

controle hormonal. Outro hormônio, a relaxina, produzido pela placenta, facilita o parto pela flacidez da fibrocartilagem da sínfise púbica.

PS: Embora repetitivo, o trecho em destaque complementa o anterior.

### **Fecundação e nidação.**

O encontro dos espermatozoides com os óvulos, no humano, ocorre no terço superior de uma das trompas. Ignoro o que acontece no cão, aceitando humildemente luz sobre a ignorância. *Nas aves a fertilização ocorre na região mais distal do infundíbulo, onde os espermatozoides, localizados em ranhuras glandulares, esperam pelo óvulo.*

A viagem dos óvulos até a fecundação e nidação no útero é bem curta em relação à viagem dos espermatozoides. As trompas são estruturas musculares com quatro regiões anatômicas: o infundíbulo, a extremidade mais próxima do ovário cuja abertura é franjada e serve para captar o oócito secundário como se fosse a boca de uma tuba, a ampola que é larga e é o local da fertilização, o istmo que é mais estreito e liga a ampola à quarta região chamada intramural por estar situada no interior da parede uterina. O oócito caminha pela trompa movido pelos movimentos dos cílios das células ciliadas da parede e pelo ritmo das contrações da musculatura. A nutrição do oócito é feita pelo fluido produzido pelas células secretoras em forma de cavilha (peg cell) da parede.

O caminho a ser seguido até as trompas é milhares de vezes maior do que o tamanho dos espermatozoides e deve ser percorrido em 12 a 24 horas. Dos 200 a 400 milhões de espermatozoides depositados na vagina mais de um quarto são anormais e incapazes de fecundação. Na vagina enzimas dissolvem o muco do líquido seminal e os espermatozoides movimentam-se em direção ao colo uterino. Vencida a barreira formada pelo muco existente no colo uterino, mais ou menos um milhão de espermatozoides, por movimentos próprios semelhantes aos dos alevinos de peixes e batráquios, chegam à cavidade uterina.

As contrações uterinas dirigem os espermatozoides até as aberturas das trompas no útero. É aceitável que somente poucos espermatozoides, de 100 a 200, penetrem nas trompas e alcancem os óvulos para a fecundação. Os restantes são eliminados pela vagina ou fagocitados pelos glóbulos brancos. Oligossacarídeos aderidos às proteínas da zona pelúcida ligam-se aos receptores proteicos e desencadeiam a reação acrossômica que libera enzimas como a hialuronidase, a fosfatase ácida, a neuraminidase, a acrosina (semelhante à tripsina) e a aril sulfatase. Estas enzimas digerem a matriz celular do oócito permitindo o acesso do espermatozoide à membrana plasmática do mesmo e, conseqüentemente, o acesso do núcleo do espermatozoide ao citoplasma do oócito. Enzimas, contidas em numerosos grânulos localizados no citoplasma do oócito, são liberadas e destroem os receptores do esperma da zona pelúcida evitando que outros espermatozoides penetrem no oócito. Ao mesmo tempo, a entrada do núcleo do espermatozoide desencadeia a segunda meiose do oócito secundário, dando origem a duas células haplóides (contendo metade dos cromossomos), o óvulo e o segundo corpo polar. O núcleo do óvulo, chamado pronúcleo feminino, funde-se com o núcleo do espermatozoide (pronúcleo masculino) dando origem à célula diplóide (46 cromossomos no homem, 18 nas aves e 78 no cão) chamada zigoto ou ovo e terminando a fertilização. O ovo, contendo todo o patrimônio genético herdado da mãe e do pai começa a sua evolução para dar origem a um novo ser genotipo e fenotipicamente único.

No humano, o período de tempo entre a ovulação e a fertilização é de 24 horas, mais ou menos.

A partir daí a célula ovo dará origem a duas outras células, essas duas a 4 e assim sucessivamente, seguindo orientação genética, até a completa formação de um novo ser com suas particularíssimas características físicas e psicológicas. Aqui, a divisão é pelo processo chamado mitose que permite a todas as células possuírem em seus núcleos os 78 cromossomos no cão, 46 nos humanos e 18 nas aves.

Como e porque essas células irão assumir as diferentes e inúmeras funções específicas na formação física e psicológica do animal ou da ave é um ponto muito discutível, a própria essência da vida.

*Diferentemente do que acontece com os mamíferos, a nidação do ovo das aves não é feita no útero e sim no ninho. Para isso o ovo tem características muito especiais. A célula germinativa (disco germinativo ou germinal spot), a origem do novo ser, pequena, redonda, branco opaco, encontra-se na superfície da gema. A gema é um complexo formado por camadas alternadas amarelas e brancas, mais da metade formada por sólidos, dos quais, quase 100% proteínas. Além de fornecer alimentação para o feto em desenvolvimento, a gema contém anticorpos vindos da mãe que protegem o feto e o filhote até a competência do seu próprio sistema imunológico (de defesa). A gema flutua em diversas camadas de albumina (camada calazífera, chalazae e camadas interna, média e externa) que, com a água forma um gel branco, a popular clara. As camadas interna e externa de albumina são muito finas, ao contrário da média que pode ser vista macroscopicamente. A camada calazífera e o chalazae (tranças de albumina) mantêm a individualidade da gema, a sua posição central, evitam a sua movimentação e o possível choque contra a membrana interna da casca e a adesão à mesma, além de evitar os traumatismos que poderiam ocorrer com ondas de choque formadas quando o ovo é virado; mantendo a gema na posição adequada, a célula germinativa fica na superfície e, assim, recebe mais adequadamente o calor vindo da fêmea durante o choco. A membrana calazífera e o chalazae são permeáveis à água e aos sais. Externamente às camadas de albumina está a casca (shell), formada por duas membranas (membranas interna e externa da casca), pela testa e pela cutícula, conforme a literatura anglo-saxônica. Na região mais bojuda do ovo as duas membranas da casca separam-se para formar a câmara de ar. A cabeça do embrião fica próximo da câmara de ar, o ponto em que sairá do ovo. A testa, a parte mais dura da casca, formada principalmente por carbonato de cálcio não é, como parece, contínua, pois, possui poros que permitem a difusão passiva da água, do oxigênio e do dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>). A testa é envolvida por uma fina camada de cera, a cutícula (lembra-se da cera que cobre a pintura dos carros novos?). A cutícula, repelente da água, impede a perda de água e atua como barreira contra parasitas potencialmente invasores. Microscópicas fraturas da cutícula permitem a continuidade funcional com os poros da testa. As camadas do ovo vão sendo formadas desde a ovulação até a caminhada de, mais ou menos, 25 horas que culmina com a postura. A casca, além da proteção física do ovo, permite a transpiração (perda de água sob a forma de vapor) e a proteção contra microorganismos.*

Toda a movimentação do ovo resulta de movimentos peristálticos da parede do oviduto que são estimulados pela distensão da mesma e dependem da contração da musculatura lisa determinada por prostaglandinas, derivados do ácido aracônico com ações diversas e potentes.. As prostaglandinas também atuam na expulsão do ovo (postura) e media a ação na postura da ocitocina, hormônio secretado na hipófise posterior. A ação na postura de outro hormônio secretado pela hipófise posterior, a vasotocina, ainda não foi claramente explicada. Sabe-se, com alguma certeza, que a postura é um processo complicado determinado por hormônios secretados pelos folículos ovarianos pré e pós ovulatórios, pelas prostaglandinas e por hormônios secretados pela hipófise posterior. Após a ovulação, o óvulo chega na primeira parte do oviduto, o infundíbulo, onde fica durante um período de 50 a 60 minutos, recebe a camada calazífera e o chalazae e é fertilizado na região tubular. Já contendo os patrimônios genéticos herdados da mãe e do pai, o ovo (óvulo fecundado) chega ao trajeto mais longo e tortuoso do oviduto, o magno, onde recebe mais albumina (proteína, solúvel na água e coagulável pelo calor, existente em praticamente todos os tecidos animais e vegetais), cálcio, sódio e magnésio. A albumina, além da nutrição, fornece ao ovo um ambiente aquoso em torno do embrião e participa na defesa contra parasitas. Após umas 3 horas no magno, o ovo em formação continua a sua descida e chega ao istmo onde, durante uma hora e

meia, mais ou menos, recebe as duas membranas da casca e caminha para o útero. A primeira divisão da célula germinativa acontece 5 horas após a ovulação. A permanência no útero é a mais longa do trajeto, de 20 até umas 25 horas; nas primeiras 8 a 9 horas o ovo recebe soluções aquosas, intumescce-se e dobra de peso e, ao mesmo tempo, as duas membranas da casca completam o desenvolvimento e são formadas a testa e a cutícula. Também no útero a casca é pigmentada. Neste período há a necessidade de uma grande quantidade de cálcio disponível. O aumento da proteína fixadora de cálcio no sangue, determinado principalmente pelo estrogênio, propicia aumento extraordinário do cálcio circulante, mas esse cálcio pode ser totalmente esgotado para a formação da casca em uns 15 minutos somente, o que, inviabilizaria a vida da fêmea. Portanto, o cálcio deve ser conseguido pelo aumento da sua absorção intestinal, mediada pela vitamina D, e pela sua mobilização dos ossos da fêmea determinada por vários fatores. O processo de formação/reabsorção óssea é contínuo durante a vida toda e a massa óssea total é formada nos primeiros meses de vida. Portanto, os cuidados com as matrizes deve começar ainda no período fetal e continuar durante toda a sua vida, não podendo faltar sol, vitamina D e cálcio balanceado com o fósforo na proporção 1:1 ou mesmo 2:1. Uma matriz com pouca massa óssea e em regime alimentar pobre, fatalmente gerará filhos fracos de ossos e ovos com casca mole. Alguns autores mostram que as aves que põem os ovos no período da manhã, vindas de período noturno em que decresce o cálcio absorvido pelo intestino, principalmente por não haver aporte alimentar, dependem essencialmente da mobilização do cálcio dos ossos das fêmeas para a formação da casca. Finalmente o ovo chega à vagina, que não contribui para a sua formação, passa por ela em segundos caminhando, geralmente com o polo mais afilado para a frente, para a postura.

O estudo do ovo durante o choco merece trabalho à parte.

### **Cromossomas, genes e afins.**

Os cromossomas são corpúsculos existentes principalmente nos núcleos (hoje sabe-se que existe algum cromossoma fora do núcleo, especificamente nas mitocôndrias) de todas as células dos organismos vivos e visíveis durante a divisão celular. São compostos por água, ácido ribonucleico (ARN), sais, etc., mas, essencialmente, por ácido desoxirribonucleico (ADN). Se o ADN contido no núcleo estiver totalmente estendido alcançará 1 metro de comprimento.

Entre as divisões os cromossomas são mantidos sob a forma de cromatina. Dependendo da sua fase de atividade de transcrição, a cromatina pode estar condensada como heterocromatina ou esticada como eucromatina. A heterocromatina cora-se pelo corante de Feulgen tornando-se visível ao microscópio e está localizada principalmente na periferia do núcleo. Já a eucromatina está distribuída por todo o núcleo e não é visível ao microscópio comum. A eucromatina é a forma ativa da cromatina onde o material genético do ADN é transcrito no ARN.

Ao microscópio eletrônico a eucromatina mostra um aspecto de colar de pérolas. As pérolas seriam compostas pelos nucleosomas (um octômero de proteínas, uma duplicação de 4 tipos de histonas). O cordão do colar seriam as hastes do ADN. Creio que a melhor figura para ilustrar seria a de um conjunto de ioiôs. O ioiô seria o nucleosoma no qual o barbante formado pela molécula de ADN daria duas voltas (representando 150 pares de nucleotídeos) e seguiria para outro ioiô (a porção do ADN que vai de um ioiô ao outro é denominada ADN de ligação e é formada por 200 pares de bases) e, assim, sucessivamente.

Cada espécie animal apresenta nas suas células, mais precisamente nos seus núcleos, um número específico de cromossomas. No homem são 46, nas aves 18 e no cão 78 cromossomas, sendo as células chamadas diplóides (2n). As células germinativas, o óvulo e o espermatozóide, possuem somente a metade dos cromossomas, 23 no homem, 9 nas aves e 39 no cão, e são chamadas haplóides (1n). Cada célula somática humana contém duas cópias completas do programa genético humano ou genoma, representados por 6 bilhões de pares de bases de ADN.

A fertilização restaura, no ovo ou zigoto, os 46 cromossomas no homem, 18 nas aves ou 78 nos cães. O número de cromossomas nas células somáticas é específico para cada espécie animal e caracteriza o genoma daquela determinada espécie. Portanto, o genoma humano é determinado pelos 46 cromossomas, sendo a metade vinda da mulher e a outra metade do homem; o genoma das aves é determinado por 18 cromossomas, a metade vinda do macho e a metade da fêmea e o genoma do cão pelos 78 cromossomas, sendo a metade vinda da cadela e a metade do macho.

O ADN é constituinte dos genes, as unidades hereditárias. Portanto, os cromossomas são constituídos por genes. Os genes variam de tamanho, desde algumas centenas até dois milhões de pares de bases de ADN; são os responsáveis pela transmissão dos caracteres hereditários, como a cor dos olhos, tipo de pêlo, orelhas, temperamento, canto, displasias, etc. Na realidade, os genes são a entidade funcional da informação. No ADN humano podem ser codificados 50 000 genes, número similar ao de muitos outros mamíferos. Em cada célula somática estão ativos os genes necessários para manter a sua viabilidade e as suas funções especializadas.

Cada gene representa um segmento específico da molécula do ADN e retém o código para a síntese de uma proteína particular.

### **O ADN É A CHAVE DA HEREDITARIEDADE E DA ORGANIZAÇÃO DE TUDO O QUE É VIVO.**

Para cada cromossoma transmitido pelo pai existe um transmitido pela mãe portando genes com os mesmos caracteres hereditários. São os cromossomas ditos homólogos. Por exemplo, os genes do pai e da mãe responsáveis pela cor dos olhos estão situados nos cromossomas homólogos.

Nos cromossomas homólogos, os respectivos genes responsáveis por um determinado carácter hereditário ocupam uma mesma posição ou loco. Esses genes que ocupam o mesmo loco nos cromossomas homólogos e trazendo características hereditárias alternativas, como a cor dos olhos, são chamados de alelos.

Há genes cuja influência domina a do seu gene alelo impedindo a sua manifestação. É o gene dominante. Já o gene que se manifesta somente na ausência de um dominante é chamado recessivo. O olho escuro é dominante sobre o claro. Se um dos pais transmite olho escuro e o outro o alelo olho claro, o filho terá olhos escuros. Para que o filho tenha olho claro é necessário que os genes alelos do pai e da mãe tragam a característica olho claro.

Se os dois genes do alelo trazem caracteres genéticos não alternativos, olho claro-olho claro, o filho será homozigoto para essa característica, podendo ser homozigoto recessivo (olho claro-olho claro), como no exemplo, ou homozigoto dominante, olho escuro-olho escuro.

Se os dois genes alelos trazem caracteres genéticos alternativos diferentes, olho claro-olho escuro, o filho será heterozigoto para essa característica.

Seria mais fácil, como em tudo que se fala e escreve sobre genética, fazer diagramas sobre probabilidades percentuais de vários cruzamentos (Aa x Aa, etc. lembrem-se?) e parar por aqui.

Como na prática não é assim que acontece, vamos prosseguir na arenga. Afinal, na prática a teoria é a outra...

Permitam-me mais uma digressão científica, masturbação científica diriam os mais críticos. Vamos dar uma olhada na molécula do ADN, a própria essência da vida. Da mesma maneira que o banco de memória de um computador é composto de fichas codificadas, discos e tapes, no núcleo celular toda a informação é arquivada nas moléculas dos ácidos nucleicos, principalmente do ADN.

Estruturalmente a molécula do ADN é composta por um duplex de duas hastes helicoidais ligadas, transversalmente, por pares de bases unidas por pontes de hidrogênio.

Quimicamente o ADN é uma molécula grande composta por unidades chamadas nucleotídeos em número muito grande (10 milhões). Cada nucleotídeo é formado por uma molécula de desoxirribose (açúcar), uma de fosfato e uma base

nitrogenada. O açúcar e o fosfato são imutáveis em todos os genes; a base pode ser um dos quatro tipos existentes no ADN, isto é, adenina, guanina, timina e citosina.

As bases de uma haste pareiam-se com as da outra haste muito especificamente: adenina com timina, ou vice versa, e guanina com citosina, ou vice-versa.

A estrutura helicoidal e química do ADN é capaz de explicar as suas três propriedades fundamentais:

1- **Auto - duplicação.** As duas hastes de uma molécula de ADN separam-se como num zíper e, cada uma, sintetiza uma haste suplementar e reconstitui a estrutura duplex rigorosamente igual a anterior. Desse modo são formadas duas moléculas de ADN, iguais em tudo à matriz e que serão destinadas a duas células filhas. Verdadeiro mimeógrafo biológico, o acontecimento mais importante na síntese da matéria viva.

2- **Mutação.** Em certas ocasiões, sob ações específicas, a molécula de ADN ao se auto-duplicar comete um "erro" e produz moléculas filhas diferentes da mãe. É o mecanismo pelo qual são produzidos novos alelos, fonte principal da grande variedade dos seres vivos e "matéria prima" para a seleção natural e a evolução. A mutação pode acontecer por: a- Troca de um simples par de bases do ADN (substituição); b- Perda ou adição de ADN (deleção, inserção, duplicação e expansão) e c- Por reorganização (inversão e translocação).

2- **Controle da síntese das proteínas.** As proteínas são elementos estruturais indispensáveis de todo o organismo. Além da função plástica, capaz de proporcionar todo o arcabouço do animal, as proteínas atuam como elementos funcionais de células especializadas, como as responsáveis pelas secreções glandulares, pela produção dos enzimas e secreção dos hormônios. Em condições especiais as proteínas atuam como fonte de energia em substituição aos açúcares e gorduras. Portanto, são os constituintes principais dos tecidos vivos e a sua síntese é primordial para a vida.

Há um outro ácido nucleico presente em todas as células, o ácido ribonucleico (ARN). Difere do ADN por possuir somente uma haste, pelo açúcar que é a ribose e pela base uracil no lugar da timina. Dentre os vários ARN interessam aqui o ARN mensageiro (mARN) e o ARN de transferência (tARN).

As proteínas são formadas por aminoácidos. Existem 20 aminoácidos, sendo as proteínas determinadas pelo seu número, espécie e ordem na cadeia. Portanto, é fácil imaginar as enormes possibilidades existentes.

As fórmulas das proteínas estão codificadas em nucleotídeos nas moléculas do ADN. Cada 3 nucleotídeos formam um codon que especifica um aminoácido. Um aminoácido pode ser especificado por um até quatro codons.

As letras desse código são os 4 nucleotídeos do ADN e os 4 do ARN, constituindo um abecedário com milhares de probabilidades.

Transcrito um segmento do ADN contendo o código da fórmula de determinada proteína para o mARN, este deixa o núcleo da célula e leva a mensagem genética até os ribossomas do citoplasma celular. Os ribossomas, corpúsculos formados por proteínas e ARN, servem de superfície para a síntese proteica.

A função dos tARN é "apanhar" uma molécula de um determinado aminoácido e transferi-la para o molde de mARN já presente no ribossoma, conforme determinado pelo código existente. O encadeamento codificado dos aminoácidos quanto a sua espécie, número e ordem na molécula dará origem à proteína codificada.

Nota: Uma descrição mais detalhada e moderna da síntese proteica (detesto a grafia protéica) é encontrada no boletim 78 (Androgênios).

Todas estas transformações químicas determinadas pelos genes são realizadas através de substâncias chamadas enzimas.

Estas três propriedades, autoduplicação, mutação e síntese proteica, ocorridas no íntimo da genética celular, explicam a evolução das espécies, as quais, ao mesmo

tempo que conservam as suas próprias características básicas, permitem, a cada indivíduo dentro de uma mesma espécie, ter as suas particularidades únicas.

### **Crossing over (CO).**

No processo de meiose, gerador de espermatozóides e óvulos com a metade dos cromossomas, pode acontecer o CO. No CO, no momento em que os cromossomas homólogos situam-se lado a lado, há a troca de pedaços cromossômicos. Há a ruptura da seqüência original de alelos com a possibilidade da formação de gametas com diferentes informações genéticas em número incalculável. No cão, possuidor de 78 cromossomas, a possibilidade de espermatozóides trazendo informações genéticas ligeiramente diferentes pode chegar a mais de 13.5 milhões. Nas aves, com 18 cromossomas, seriam mais de 3 milhões? Na matemática das proporcionalidades, sim, mas na genética, não sei...

### **Penetrância.**

Se todos os filhotes portadores de um caráter genético, transmitido por um gene heterozigótico dominante (dose simples) ou por um gene homozigótico recessivo (dose dupla), apresentarem no seu fenotipo (aparência) a característica determinada diz-se que a penetrância foi completa.

Se, por outro lado, a característica genética determinada pelo gene citado somente manifestar-se em alguns dos filhotes diz-se que houve penetrância incompleta.

Daí a importância do bom criador estender a sua observação a toda a progênie e não somente a algum exemplar de destaque.

### **Expressividade.**

Um gene totalmente penetrante pode expressar a sua característica com intensidades variáveis nos diversos filhotes. Um gene pode ser completamente penetrante e expressividade variável ou penetrante incompleto com expressividade não variável.

### **Inatividade gênica.**

Embora todos os genes estejam presentes nas células desde a sua origem, o início e o término de suas ações são extremamente variáveis.

Por exemplo, o gene que determina o crescimento do cão atua desde as primeiras divisões celulares até o animal completar o crescimento físico. Fatores ambientais, como a desnutrição e a falta de exercícios, podem interferir negativamente no crescimento do animal se acontecerem durante esse período. Interessante é que esse cão, embora pequeno pelas condições ambientais em que foi criado, irá transmitir à sua progênie os tamanhos determinados pelo seu patrimônio genético.

### **Pleiotropismo.**

Quando um gene age sobre vários caracteres que não parecem relacionados entre si anatômica ou funcionalmente.

### **Epistasia.**

Um gene é epistático sobre o outro quando anula ou oculta a manifestação do mesmo. Difere da dominância por referir-se a genes de locos diferentes e não a alelos do mesmo loco.

### **Herança ligada ao sexo.**

É importante conhecer alguns aspectos práticos. O macho é heterogamético (produz espermatozoides com cromossomas sexuais X e Y) e a fêmea é homogamética (produz óvulos de um só tipo quanto ao cromossoma sexual, sempre X). **Diferentemente dos mamíferos, nas aves a fêmea é que é heterogamética e determina o sexo do filhote.** Como praticamente não existem partes homólogas entre o X e o Y, não pode haver heterozigose no macho quanto aos genes ligados ao X; todos eles por estarem em dose única influem, sem interação alélica, no fenotipo, caracterizando um tipo especial de pseudo-dominância (seria mais um fato a corroborar o maior controle dos machos na criação).

Também é interessante o fato de características gênicas encontradas no cromossoma Y somente serem transmitidas de pai para filho, caracterizando a herança holândrica. Daí certas qualidades, ou defeitos, de machos somente serem encontrados nos seus filhos e não nas filhas.

Nas aves, é claro, esse tipo de herança é determinado pelas fêmeas.

### **Herança limitada pelo sexo.**

Quando um gene autossômico (todos os genes que não os sexuais são chamados autossômicos) manifesta-se somente nos machos ou nas fêmeas porque sua expressão depende de variáveis típicas de cada sexo como os hormônios sexuais.

### **Herança poligênica.**

Ao contrário de outros tipos de herança que dependem de um único par de alelos, a herança poligênica ou multifatorial depende de vários genes de locos diferentes. Entre os animais há muitos traços de herança poligênica (como a displasia coxofemoral), a qual, sofre também influências de variáveis ambientais. É bem provável que fibra e canto das aves dependam da poligenia.

### **Genes mitocondriais.**

Nem todo o ADN está situado no núcleo. Alguns poucos estão nas mitocôndrias. O genoma mitocondrial é formado por moléculas com, mais ou menos, 16000 pares de bases de ADN. Na fertilização, o espermatozoide não transporta mitocôndrias para o oócito. O ovo fertilizado somente recebe mitocôndrias do gameta materno. Assim, os genes expressados no genoma mitocondrial são herdados somente da mãe.

### **Vamos aos finalmentes.**

a- Para a continuidade da qualidade do plantel de um criatório tem que haver embasamento num mínimo de conhecimento genético.

b- Uma boa criação somente é sedimentada através dos tempos, mesmo assim se houver perfeito domínio sobre a genética do plantel.

c- Criar bem é, ao longo dos tempos, manter um tipo com dominância de qualidades e limitação dos defeitos.

d- Há a necessidade do controle quase absoluto sobre o plantel de fêmeas, verificando as virtudes e defeitos encontrados nas suas progênes em consonância com os machos usados.

e- Não cair na tentação de procurar nos filhos cópias xerocadas dos pais. O bom animal deve ser ele próprio, somando o máximo das qualidades dos pais e o mínimo dos seus defeitos.

f- Saber "ler" o CRO é essencial. Não adianta apontar nomes de excelentes cães no CRO; é necessário conhecer as suas qualidades e defeitos e se possuem a capacidade de transmitir características das suas linhas sanguíneas.

g- Basicamente é necessário acompanhar o que acontece na Alemanha, as consangüinidades usadas, as indicações para a criação dos principais reprodutores e as sùmulas das suas progênies.

h- Ver nas exposições oportunidade de constatação da capacidade dos machos de transmitirem à sua progênie as qualidades procuradas.

i- Procurar manter "contatos genéticos evolutivos", trabalhando com consangüinidades conhecidas. Somente um plantel bem sedimentado pode ser beneficiado, sem grandes riscos, por um cruzamento aberto sem consangüinidade.

j- Não adianta fazer um grande número de cruzamentos aleatórios com machos importados. Isto pode levar à produção de alguns filhotes de excelente qualidade mas, fatalmente, dificultará o controle genético da criação. A média da qualidade é o passo certo. Mais consciente é realizar um número de coberturas menor e com machos que realmente possam acrescentar algumas qualidades ao plantel. O uso de machos nacionais é mais seguro por já serem conhecidas diversas etapas das suas ascendências. Aos machos importados caberá complementar os atributos genéticos necessários.

Embora essas afirmações sejam dirigidas aos criadores de cães pastores alemães, podem também orientar os passos dos criadores de pássaros.

**REDATOR: Dr. JOSÉ CARLOS PEREIRA**  
**RUA JOAQUIM DO PRADO, 49. CRUZEIRO/SP.**  
**TELEFAX 0xx12 31443590drjosecarlos2000@uol.com.br**