

MUSEU  
NACIONAL  
DA  
CIÊNCIA  
E DA  
TÉCNICA



**PUBLICAÇÕES  
DO  
MUSEU  
NACIONAL  
DA  
CIÊNCIA  
E DA  
TÉCNICA**



**COIMBRA - 1973**





# PUBLICAÇÕES

DO  
MUSEU NACIONAL  
DA CIÊNCIA  
E DA TÉCNICA



DIRECÇÃO DA COMISSÃO DE PLANEAMENTO  
DO MUSEU NACIONAL DA CIÊNCIA E DA TÉCNICA

**Colaboradores:** MÁRIO SILVA  
ARISTIDES MOTA  
HENRIQUE MIGUEL DE OLIVEIRA  
EDUARDO CAETANO  
TEIXEIRA DA ROCHA  
EUGÉNIO MONTEIRO  
AURELIANO TAVARES  
ROGÉRIO TEIXEIRA  
MARIA LUÍSA SILVA  
DONZÍLIA PIRES  
GARCIA ALVES  
SILVA PEREIRA

**Chefe da redacção:** MARIA DO CARMO MAIA

**Orientação gráfica**

**e artística:** Pintor MÁRIO SILVA

---

**Redacção e Administração:** Palacete Sacadura Bote  
Rua dos Coutinhos, 23 — COIMBRA



SUBSÍDIOS PARA A HISTÓRIA DA CIÊNCIA  
E DA TÉCNICA PORTUGUESAS

---

# PUBLICAÇÕES

DO

MUSEU NACIONAL  
DA CIÊNCIA  
E DA TÉCNICA



NÚMERO 3

---

COIMBRA—MCMLXXIII



## NOTAS BREVES SOBRE O 2.º ANO DE VIDA DO MUSEU NACIONAL DA CIÊNCIA E DA TÉCNICA

Devemos começar por referir, no conjunto de actividades desenvolvidas pelo Museu durante o seu 2.º ano de vida, a publicação, embora tardia, do n.º 2 destas *Publicações*, que mereceu, por parte do público, uma aceitação não inferior à que teve a publicação do n.º 1. Foi especialmente muito bem acolhida a publicação da primeira parte do notável trabalho de investigação científica do distinto Assistente da Faculdade de Medicina de Coimbra, Dr. Rogério dos Santos Cardoso Teixeira, subordinado ao título *A ovogénese no Mesocricetus auratus*. No presente número o autor apresenta a conclusão deste seu trabalho, e a este propósito temos o grato prazer de informar que o Dr. Rogério Teixeira o apresentou, na sua totalidade como dissertação de doutoramento à referida Faculdade de Medicina, tendo sido aprovado com distinção e louvor (1). Aqui lhe deixamos, por este motivo, um abraço de sinceras felicitações.

Instalada, como ficou descrito no n.º 2, a exposição de Leonardo da Vinci em dois dos melhores salões do rés-do-chão do Palacete Sacadura Botte, que obrigou a fazer-se uma nova instalação eléctrica nestes salões, logo se voltou a nossa atenção para outros salões e salas do edifício cuja electrificação, por demasiadamente antiga, não oferecia condições de segurança. Fomos assim obrigados a mandar arrancar a velha instalação eléctrica em todos os pisos do edifício, e substituí-la por nova instalação obedecendo às mais rigorosas normas técnicas de segurança. Foi um longo trabalho, dispendioso e lento, dados os condicionalismos que tivemos que suportar.

---

(1) Também em diversos centros de investigação no estrangeiro teve grande repercussão o trabalho do Dr. Rogério Teixeira. Para o demonstrar publicamos em «apêndice» algumas das cartas que lhe foram enviadas.



Relativamente a ofertas de material histórico ao Museu, devemos, em primeiro lugar, referir a da Câmara Municipal de Lisboa, por iniciativa do Ex.<sup>mo</sup> Senhor Presidente da Câmara, Coronel Silva Sebastião. Trata-se de uma mini-locomotiva, modelo das primeiras locomotivas que vieram para Portugal, oferecida por Luís Filipe de França ao nosso rei D. Fernando II, construída em 1846, pelo mecânico francês Eugène Felipe. Serviu nos jardins do Palácio Real, sendo depois oferecida por D. Fernando II à Câmara Municipal de Lisboa que a instalou no Passeio Público para transporte de crianças. A entrega foi-nos feita pelo Ex.<sup>mo</sup> Conservador-Chefe dos Museus Municipais de Lisboa, Dr.<sup>a</sup> Irisalva da Nóbrega Moita. Aqui deixamos os nossos agradecimentos.

Quanto à Câmara Municipal de Coimbra não quisemos deixar de lhe bater à porta, e assim, informados pelo Ex.<sup>mo</sup> Director do Museu Nacional de Machado de Castro, Dr. Jorge Alarcão, que neste Museu se encontrava depositada uma estátua, em mármore, de Luís de Camões, obra do escultor português Fernando de Sá, pertença da Câmara Municipal, aguardando instalação condigna, enviámos no dia 22 de Dezembro de 1972 ao Ex.<sup>mo</sup> Senhor Presidente da Câmara o seguinte ofício n.º 131/72:

*Em nome da Comissão de Planeamento do Museu Nacional da Ciência e da Técnica, venho agradecer muito reconhecido a V. Ex.<sup>a</sup> ter mandado dar rápida execução aos trabalhos de arranjo do jardim anexo da rua dos Coutinhos n.º 23 em que, a partir do passado dia 1 de Agosto, está a funcionar a sede deste Museu.*

*A este propósito, e no sentido de valorizar mais este jardim, que brevemente será aberto ao público, venho submeter ao alto critério de V. Ex.<sup>a</sup> e à esclarecida apreciação da Câmara a que V.<sup>a</sup> Ex.<sup>a</sup> tão dignamente preside, uma proposta para colocação, em local apropriado do mesmo jardim, da estátua de Camões, obra do escultor Fernando de Sá, executada em 1904 que, provisoriamente, se encontra depositada no Museu Machado de Castro, e que é pertença da Câmara. Alguns factos justificam esta colocação, e entre eles, os seguintes:*

- 1.º Embora a obra não seja, na opinião dos peritos, uma valiosa obra de arte, é a estátua de uma eminente figura nacional, de projecção universal;*

- 2.º *No campo da Ciência e, em particular, no da Astronomia, revelou Camões, em muitas das suas obras, profundos conhecimentos científicos, com descrições de grande mérito histórico;*
- 3.º *Parece averiguado terem vivido o pai e o avô de Camões no antigo Palácio de Sobre-Ribas, portanto no edifício contíguo ao referido jardim, havendo quem pense que Camões aqui nasceu;*
- 4.º *É desejo veemente da Comissão de Planeamento do Museu Nacional da Ciência e da Técnica que este se possa desenvolver e expandir sob a sombra tutelar do grande épico português, nesta cidade de Coimbra.*

*Eis, pois, Senhor Presidente, o que leva a Comissão de Planeamento do Museu Nacional da Ciência e da Técnica a propor à digníssima Câmara Municipal de Coimbra a instalação da referida estátua no jardim anexo ao edifício em que funciona a sede deste Museu.*

Em 12 de Janeiro de 1973 reunia a Câmara para tratar deste assunto tendo-nos enviado, com a data de 30 do mesmo mês, a seguinte resposta:

*Reportando-me ao assunto do ofício desse Museu, em referência, a seguir se transcreve a deliberação que sobre o assunto recaiu, em reunião desta Câmara Municipal de 12 do corrente mês de Janeiro:*

*Deliberado ceder, a título precário, àquele Museu a estátua de Camões, desde que se verifique que a mesma não pode ser colocada nos locais já anteriormente aceites, mantendo esta Câmara o direito de propriedade sobre a mesma, ficando ainda, esta à sua disposição quando entender dar-lhe destino diferente.*

Aguardamos agora com grande interesse a colocação da estátua no plinto a ela destinado e que já se encontra construído, no jardim do Museu.



\*  
\*   \*  
\*

Referimos, no nosso Relatório sobre o 1.º ano de vida do Museu, publicado no n.º 2 destas *Publicações*, as negociações encetadas com a Administração dos Correios e Telecomunicações de Portugal para a compra do antigo edifício da Malaposta do Carquejo, hoje em ruínas. Estas negociações decorreram sempre em ambiente de muita compreensão, estando agora, para muito breve, a assinatura da escritura de venda, por parte da Administração dos Correios e Telecomunicações de Portugal, ao Museu Nacional da Ciência e da Técnica, não só do referido edifício de Malaposta, como também do terreno anexo com uma área de 4 000<sup>m</sup>². A este propósito cabe aqui fazer uma referência muito especial à generosa oferta ao Museu de diversos documentos e manuscritos relativos ao edifício de Malaposta feita pela Ex.<sup>ma</sup> Senhora D. Maria Luísa da Nóbrega Araújo, ilustre Senhora descendente da Família, antiga proprietária do imóvel, que havia feito a venda, há anos, aos C. T. T.

Tudo, portanto, está agora disposto para que surja, dentro em breve, um curioso Museu da Malaposta, a 15 Km de Coimbra, ao Km 214 da estrada nacional n.º 1, Lisboa-Porto, integrado, como Secção regional, no Museu Nacional da Ciência e da Técnica.

Enquanto decorriam estas negociações, fomos levados a visitar um outro velho edifício da Malaposta, também em muito mau estado de conservação, mas ao contrário do que se passa com o do Carquejo, serve de casa de habitação a uma família de lavradores. Trata-se da chamada Malaposta de Sanfins, conhecida também por Souto Redondo, perto do Porto. É sua proprietária a Senhora Palmira Neves de Assunção que, em carta que nos dirigiu em 9 de Junho de 1972, nos pediu a quantia de 800 contos só pelo edifício. Perante o exagero desta importância, limitámo-nos a chamar, para o caso, a atenção dos serviços competentes do Ministério da Educação Nacional. Assim, «por despacho de Sua Excelência o Secretário de Estado da Juventude e Desportos, proferido sobre parecer da 4.ª Subsecção da Junta Nacional de Educação, foi mandado classificar como imóvel de interesse público o edifício denominado da Malaposta de Sanfins, conhecido também por Souto Redondo, perto do Porto».

Para os devidos efeitos foi dado conhecimento deste despacho,



à Direcção-Geral dos Edifícios e Monumentos Nacionais e à Câmara Municipal do Porto.

Quisemos com isto impedir que, no futuro, caso não venha a integrar-se no Estado este velho edifício da Malaposta de Sanfins, possa ser destruído por suposto proprietário não interessado em edifícios históricos. Mas o que seria desejável — e aqui deixamos expresso este voto — é que tal edifício, o último que resta, possa fazer companhia ao do Carquejo, integrado também no Museu Nacional da Ciência e da Técnica.

\*

\* \*

Mas voltemos ao importante assunto das ofertas de material histórico feitas ao Museu...

Devemos, em primeiro lugar, referir a do Hospital Escolar de Santa Maria de Lisboa que, além de incluir algumas velhas ampolas de Raios X, fora de uso, mas representativas da sua evolução, contém um valioso lote de aparelhagem médica. Aqui deixamos os nossos agradecimentos à Direcção deste Hospital e a todas as pessoas que tiveram interferência nesta ajuda prestada ao Museu.

Devemos, em seguida, dar justo relevo à oferta feita pela Cooperativa Militar de Lisboa que teve a gentileza de pôr à disposição do Museu algumas centenas de livros sobre assuntos militares, muitos dos quais são hoje muito raros. Aqui ficam por igual modo consignados os nossos vivos agradecimentos.

\*

\* \*

Finalmente, e tal como fizemos nas nossas «Notas breves», publicadas no n.º 2, vamos terminar deixando aqui registados os principais acontecimentos relacionados com a Casa-Museu Egas Moniz de Avanca, durante o ano de 1973.

Nestas «Notas breves» indicámos no período final, que era nosso propósito empenharmo-nos a fundo na condigna comemoração do 1.º Centenário do nascimento de Egas Moniz. Como este centenário passa no próximo ano, precisamente no dia 29 de Novembro de 1974, começámos por mandar compor um cartaz anunciando as comemorações, cuja reprodução aqui damos. Este cartaz foi

impresso em duas cores, castanho e azul, e foi largamente distribuído no país. O jornal «República» reproduziu-o no seu n.º 15 133 do dia 18 de Maio de 1973, o que lhe deu uma maior difusão em vários sectores da opinião pública, tendo merecido gerais elogios a sua concepção.

Dada a importância nacional do acontecimento, desde logo solicitámos apoio ministerial. A ideia da celebração oficial do centenário foi recebida com todo o entusiasmo por Sua Excelência o Ministro da Educação Nacional, Prof. Doutor Veiga Simão, que imediatamente lavrou o seguinte despacho, com a data de 2 de Agosto de 1973.

«Despacho

1. Completar-se-ão cem anos em 29-XI-1974 sobre a data do nascimento do Prof. Egas Moniz, Prémio Nobel de Medicina.
2. Verifica-se que os trabalhos fundamentais de Egas Moniz mantêm influência decisiva em vários sectores da Medicina, continuando o seu nome a ser considerado, nos meios científicos internacionais, entre os dos homens que abriram novos caminhos ao progresso das Ciências Médicas.
3. A passagem do centenário do nascimento do grande professor, cientista e escritor deve ser aproveitada para lembrar o nome e a obra de um dos maiores médicos portugueses e aquele que nos meios internacionais mais prestigiou a ciência portuguesa. Para tanto, o Ministério da Educação Nacional promoverá a comemoração desse centenário.

4. Nestes termos, determino:

- 1.º Que seja constituída e entre imediatamente em funções a Comissão Executiva das Comemorações do Centenário do Nascimento de Egas Moniz;
- 2.º Que façam parte desta Comissão as seguintes individualidades:

Presidente — Prof. Amorim Ferreira, presidente da Academia das Ciências de Lisboa.

Vogais — Prof. Almeida Lima, director do Centro de Estudos Egas Moniz.

— Dr. Vale Guimarães, governador Civil de Aveiro.



- Prof. Barahona Fernandes, professor de Psiquiatria na Faculdade de Medicina de Lisboa.
  - Prof. Vaz Serra, director da Faculdade de Medicina de Coimbra.
  - Dr. Lopo de Carvalho Cancela de Abreu, presidente da Comissão Nacional da F. A. O.
  - Dr. Vasconcellos Marques, vogal da Direcção do Centro de Estudos Egas Moniz.
  - Prof. Mário Silva, presidente da Comissão Instaladora do Museu da Ciência e da Técnica.
- 3.º Que a Comissão Executiva elabore e me apresente para aprovação o programa pormenorizado das Comemorações.

5. Fica autorizada a Comissão a agregar um representante da Fundação Calouste Gulbenkian, bem como a estabelecer os contactos necessários com as personalidades e sociedades científicas estrangeiras que já manifestaram o seu interesse pelo Centenário de Egas Moniz.

Lisboa, 2 de Agosto de 1973.

(a) José Veiga Simão

Embora o Prof. Veiga Simão tenha acentuado no seu despacho, no n.º 41.º «Que seja constituída e *entre imediatamente em funções* (o sublinhado é nosso) a Comissão Executiva das Comemorações do Centenário do Nascimento de Egas Moniz», a verdade é que o Presidente da Comissão só a 10 de Outubro seguinte fez reunir, pela primeira vez, a referida Comissão. Dois meses perdidos, sem qualquer justificação válida! Mas isto seria o menos se a partir desta data tivesse havido forte dinamismo na actividade da Comissão. Foi o que se não verificou, pois a 2.ª reunião só veio a efectivar-se um mês depois, a 9 de Novembro. Seguem-se, então, dois meses — Dezembro e Janeiro — sem qualquer reunião, embora alguns dos membros da Comissão tivessem aproveitado o tempo para dar execução a decisões tomadas no dia 9 de Novembro. Tal facto, porém, pareceu-me não estar de acordo com a urgência de tomar outras decisões importantes e por isso apresentei o meu reparo ao Prof. Doutor Veiga Simão, o qual, aproveitando uma audiência que lhe havia sido solicitada pelo Presidente da Comissão, Prof. Amorim



Ferreira, e que se realizou no dia 28 de Janeiro de 1974, o encarregou de convocar uma reunião da Comissão para o seu próprio Gabinete, no Ministério da Educação Nacional, para o dia 6 de Fevereiro seguinte. Na verdade, com a data de 29 de Janeiro, recebi do Prof. Amorim Ferreira uma convocatória que terminava assim :

«Em audiência ontem realizada, S. Ex.<sup>a</sup> o Ministro encarregou-me de convocar a Comissão para se reunir no seu Gabinete, Ave. 5 de Outubro 107, 11.º andar, no dia 6 de Fevereiro p. f. (quarta-feira) às 16,30 horas, «para troca de impressões» (palavras de S. Ex.<sup>a</sup>)».

Nesta reunião, o Prof. Veiga Simão manifestou, em termos eloquentes, o seu interesse pelo significado das comemorações, pondo à disposição da Comissão tudo o que fosse julgado necessário para que elas atingissem o mais alto nível possível. Tal declaração produziu em todos os membros da Comissão, presentes, o mais vivo entusiasmo.

Encerra-se aqui a descrição das actividades efectuadas durante o 2.º ano de vida do Museu Nacional da Ciência e da Técnica. Pelo exposto, temos a impressão de que o ano de 1974 vai ser um ano de uma maior actividade para o Museu, e aqui deixamos consignadas as nossas esperanças de que, finalmente, ele veja a sua consagração oficial.

*Mário Silva*



# EGAS MONIZ

PRÉMIO  
NOBEL

PRIMEIRO CENTENÁRIO

1874—1974

---

MUSEU NACIONAL DA CIÊNCIA E DA TÉCNICA





**A OVOGÉNESE**  
NO  
*Mesocricetus auratus*

*Continuação do número anterior*





### C.2.3. Período de maturação dos folículos ováricos

(A partir do 26.<sup>o</sup> dia após o nascimento)

A fase de maturação dos folículos ováricos no Criceto dourado, caracteriza-se pela formação do estado do folículo de Graaf (figuras n.<sup>os</sup> 47 e 48). O estado multilaminar do folículo evolui para o estado do folículo de Graaf, quando se forma o antro folicular. O antro é uma cavidade em forma de crescente que se origina no epitélio folicular pela coalescência de cavidades cheias de líquido folicular. Simultaneamente o ovócito é impelido para a periferia do folículo e forma conjuntamente com as células que o rodeiam um espessamento da parede folicular. Esta proeminência do epitélio folicular designa-se *cumulus proli-ger* (24). A camada de células do *cumulus proli-ger* em contacto directo com a zona pelúcida designa-se coroa radiada (24 e 129). Entretanto, o estroma proximal do folículo diferencia-se para constituir as tecas foliculares (teca interna e teca externa).

#### C.2.3.1. Estado do folículo de Graaf

##### C.2.3.1.1. Microscopia de luz

Nos folículos de Graaf do Criceto dourado, o ovócito redondo, atingiu o tamanho máximo, isto é, 80  $\mu\text{m}$  de diâ-

metro; o núcleo redondo, com  $22 \mu\text{m}$  de diâmetro, localiza-se excentricamente e a maioria das vezes encontrava-se em pro-metáfase I da primeira divisão da meiose (figuras n.ºs 47 e 48).

### C.2.3.1.2. Microscopia electrónica

#### C.2.3.1.2.1. Ovócito

##### C.2.3.1.2.1.1. Núcleo

O núcleo é constituído pelos seguintes elementos: invólucro nuclear, cromatina, nucleoplasma e nucléolos. Estes componentes têm morfologia semelhante à do estado anterior. Todavia, como a maioria dos ovócitos no estado do folículo de Graaf, se encontravam em início de metáfase I, além daqueles componentes observaram-se no nucleoplasma cromosomas (figura n.º 49).

##### C.2.3.1.2.1.2. Citoplasma

###### C.2.3.1.2.1.2.1. Lamelas aneladas

A matriz citoplásmica contém lamelas aneladas muito desenvolvidas, contrariamente ao que acontece no estado



anterior (figuras n.<sup>os</sup> 54, 55, 56, 57 e 58). Dispõem-se em pilhas de 18 a 20 elementos e localizam-se na região mais periférica do citoplasma. Os elementos que constituem as lamelas aneladas estão separados uns dos outros por intervalos de matriz citoplásmica de 75-120 nm. Cada um dos elementos é formado por dois folhetos densos relativamente paralelos, separados por uma área quase transparente aos electrões de 20 a 40 nm de largura. Cada folheto dos elementos das lamelas aneladas tem uma espessura de 6 a 7,5 nm e estrutura típica de «unit membrane». Em determinadas regiões, os folhetos de cada elemento ligam-se um ao outro. As áreas de união aparecem electronicamente densas em cortes transversais (figuras n.<sup>os</sup> 54, 56 e 57) e como ânnulos regularmente distribuídos em cortes tangenciais (figuras n.<sup>os</sup> 55 e 58). Associados com alguns elementos das lamelas aneladas observam-se grãos densos aos electrões com 10-20 nm de diâmetro (ribosomas).

#### C.2.3.1.2.1.2.2. Lamelas citoplásmicas

As lamelas citoplásmicas apresentam estrutura idêntica ao estado precedente. Distribuem-se uniformemente em número considerável pela matriz citoplásmica, havendo predomínio de elementos duplos (figuras n.<sup>os</sup> 49, 50 e 51).

#### C.2.3.1.2.1.2.3. Mitocôndrias

As mitocôndrias dispersas ao acaso pela matriz citoplásmica e raramente em grupos, caracterizam-se por serem redondas e possuírem duas membranas concên-

tricas, uma externa e outra interna, separadas por um intervalo de 6 nm, poucas cristas e matriz muito densa aos electrões (figuras n.º 50 e 51).

#### C.2.3.1.2.1.2.4. Aparelho de Golgi

O aparelho de Golgi localiza-se no ectoplasma, sendo menor o número de elementos. Apresenta-se constituído por sáculos achatados ou cisternas e vesículas de 20-80 nm de diâmetro. Cada sáculo tem a forma de um disco, que em geral é levemente côncavo. Os sáculos são paralelos e distam uns dos outros cerca de 20 nm. O número de sáculos por dictiosoma é em média 3-5. As cisternas são limitadas por uma membrana lisa de 75 nm de espessura (figura n.º 51).

#### C.2.3.1.2.1.2.5. Retículo endoplásmico e ribosomas

O retículo endoplásmico, de superfície lisa (agranular) e de superfície rugosa (granular), aparece sob a forma de cavidades redondas e cisternas, disperso pelo citoplasma. Todavia neste estado é pouco desenvolvido. Ribosomas livres e polisomas são também menos frequentes do que no estado anterior (figura n.º 50).

#### C.2.3.1.2.1.2.6. Grânulos corticais

Os grânulos corticais localizam-se à periferia do citoplasma próximo da membrana celular. Têm estrutura semelhante à do estado precedente, mas aparecem em maior número.



C.2.3.1.2.1.2.7. *Corpos multivesiculares*

Os corpos multivesiculares têm localização periférica e observam-se em maior quantidade do que no estado anterior. São constituídos por vesículas redondas de 200-600 nm de diâmetro e contêm no seu interior vesículas de 20-40 nm, irregularmente dispostas (figuras n.<sup>os</sup> 50 e 51).

C.2.3.1.2.2. *Zona pelúcida e células foliculares*

A zona pelúcida atingiu o seu maior desenvolvimento, cerca de 10  $\mu\text{m}$  de espessura (figuras n.<sup>os</sup> 47, 48 e 51); tem um aspecto quase transparente aos electrões. É constituída por material homogéneo e é atravessada por dois tipos de microvilosidades, umas formadas pela membrana celular do ovócito e outras pela membrana celular das células foliculares periovocitárias. Estas contactam com a membrana celular do ovócito sob a forma de um complexo de junção do tipo *zonula adhaerens* (figura n.<sup>o</sup> 51).

As células foliculares neste estado (figuras n.<sup>os</sup> 52 e 53) apresentam um núcleo redondo com 8  $\mu\text{m}$  de diâmetro, que ocupa a maior parte da célula, e citoplasma com organelos distintos. Estruturalmente o núcleo é constituído por invólucro nuclear, nucleoplasma, cromatina e nucléolos. O invólucro nuclear é formado por dois folhetos densos separados por uma área de 10-20 nm de largura (espaço perinuclear), por poros e lamela densa interna. Esta compõe-se de uma fina camada de material menos denso aos electrões (2-5 nm) que a cromatina e a membrana interna do invólucro nuclear. A cromatina aparece como material denso (heterocromatina) e menos denso (eucromatina). O nucléolo tem forma redonda e possui estrutura grânulo-fibrilar. No citoplasma,



o aparelho de Golgi apresenta-se bastante desenvolvido e tem localização preferencial, isto é, ocupa o pólo da célula que está em contacto com a zona pelúcida. O retículo endoplásmico liso é pouco abundante. Observa-se maior número de retículo endoplásmico rugoso, mitocôndrias, ribosomas livres, polisomas e de novo, corpos de Call-Exner e centríolo (figura n.º 53).

## ESTAMPAS

(ESTADO DO FOLÍCULO DE GRAAF)

**Fig. n.º 47. Ovário do Criceto dourado com vinte e nove dias de idade.**

A micrografia de luz mostra um corte semifino de um folículo de Graaf. O ovócito de 1.<sup>a</sup> ordem com o núcleo em mitose encontra-se rodeado pelas células foliculares da coroa radiada.

Fixação: Glutaraldeído/Tetróxido de ósmio

Inclusão: Epon<sub>812</sub>

Coloração: Azul de toluidina a 1 %

Ampliação: 346,5 ×

Bloco n.º: 158/70



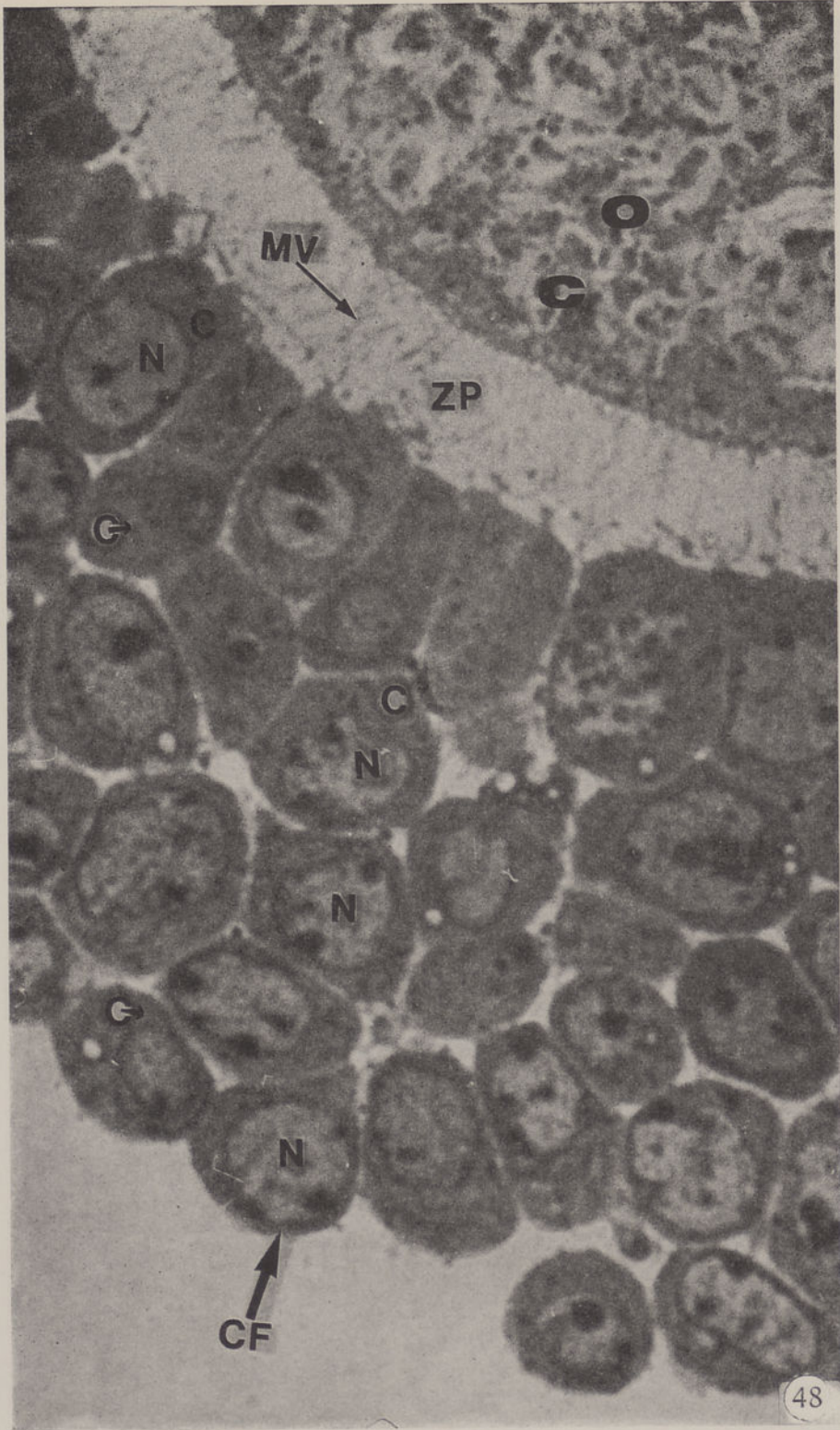


**Fig. n.º 48. Ovário do Criceto dourado com trinta dias de idade.**

A presente micrografia de luz mostra um corte semifino do folículo de Graaf. Distingue-se parte do ovócito de 1.<sup>a</sup> ordem (O) limitado pela zona pelúcida (Z) e as células foliculares da coroa radiada (CF).

- O — Ovócito
  - C — Citoplasma
  - ZP — Zona pelúcida
  - MV — Microvilosidades
  - CF — Células foliculares
  - N — Núcleo
- Fixação: Glutaraldeído/Tetróxido de ósmio  
Inclusão: Epon<sub>812</sub>  
Coloração: Azul de toluidina a 1 %  
Ampliação: 2 200 ×  
Bloco n.º: 492/70







**Fig. n.º 49. Folículo de Graaf do ovário do Criceto dourado com vinte e nove dias de idade.**

A micrografia electrónica mostra parte de um ovócito de 1.<sup>a</sup> ordem de um folículo de Graaf. No núcleo (n) observa-se o invólucro nuclear (IN), o nucleoplasma e o material cromosómico (m). No citoplasma (C) observam-se as mitocôndrias (Mi), o retículo endoplásmico liso e rugoso, os ribosomas livres (R) e as lamelas citoplásmicas (L).

Fixação: Glutaraldeído/Tetróxido de ósmio

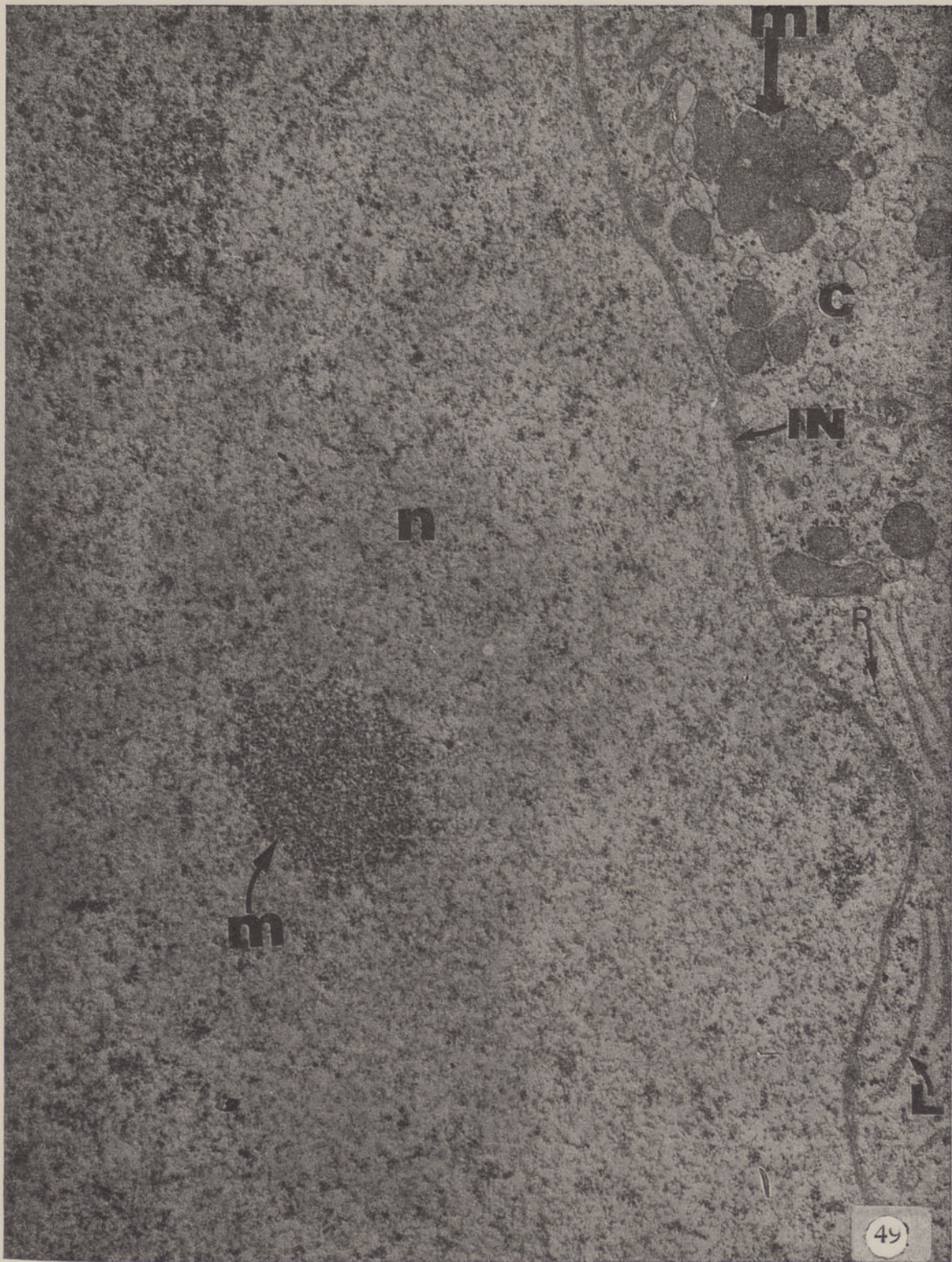
Inclusão: Epon<sub>812</sub>

Coloração: Acetato de uranilo/Citrato de chumbo

Ampliação: 18 000 ×

Bloco n.º: 158/70

Chapa n.º: 9120





**Fig. n.º 50. Folículo de Graaf do ovário do Criceto dourado com trinta dias de idade.**

A micrografia electrónica mostra o citoplasma de um ovócito de 1.<sup>a</sup> ordem de um folículo de Graaf. Observam-se as lamelas citoplásmicas (LC), as mitocôndrias em pequenos grupos (MI), o retículo endoplásmico rugoso (RER) e liso, os corpos multivesiculares (CM) e os ribosomas livres (R).

LC — Lamelas citoplásmicas  
RER — Retículo endoplásmico rugoso  
CM — Corpo multivesicular  
MI — Mitocôndria  
R — Ribosomas  
Fixação: Glutaraldeído/Tetróxido de ósmio  
Inclusão: Epon<sub>812</sub>  
Coloração: Acetato de uranilo/Citrato de chumbo  
Ampliação: 10 500 ×  
Bloco n.º: 492/70  
Chapa n.º: 9446





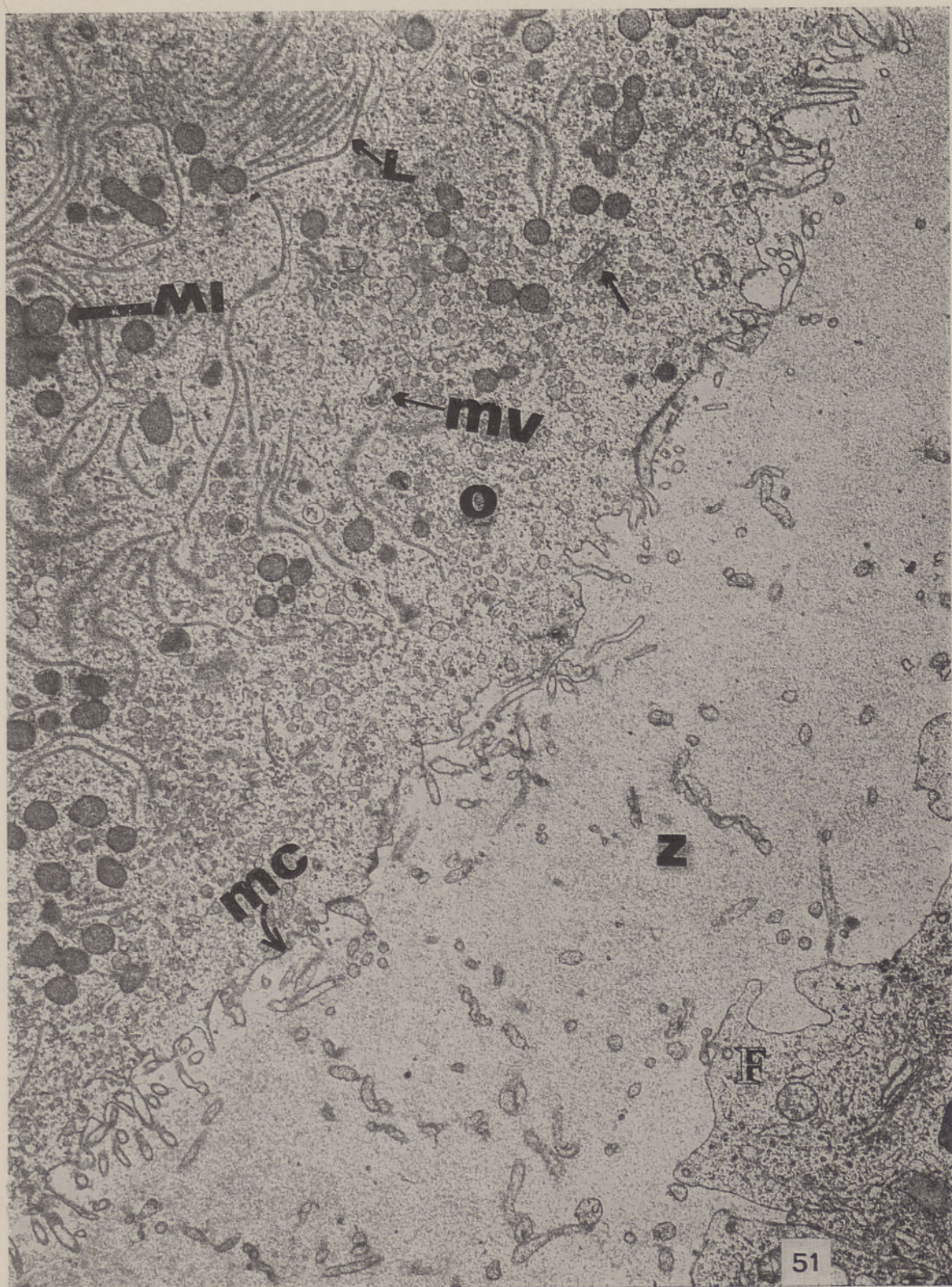


**Fig. n.º 51. Folículo de Graaf do ovário do Criceto dourado com trinta dias de idade.**

A presente micrografia electrónica mostra uma porção de citoplasma do ovócito de 1.<sup>a</sup> ordem (O), parte da zona pelúcida (Z) e células foliculares da coroa radiada (F), de um folículo de Graaf.

- O — Ovócito
- F — Célula folicular
- MI — Mitocôndria
- mv — Corpo multivesicular
- mc — Membrana vitelina
- Z — Zona pelúcida
- Seta — Aparelho de Golgi
- Fixação: Glutaraldeído/Tetróxido de ósmio
- Inclusão: Epon<sub>812</sub>
- Coloração: Acetato de uranilo/Citrato de chumbo
- Ampliação: 10 500 ×
- Bloco n.º: 492/70
- Chapa n.º 9447







**Fig. n.º 52. Folículo de Graaf do ovário do Criceto dourado com trinta dias de idade.**

A micrografia electrónica mostra uma pequena porção do citoplasma de um ovócito de 1.<sup>a</sup> ordem (O), a zona pelúcida (Z) e as células foliculares (F). Na zona pelúcida vêem-se as microvilosidades ovocitárias e os prolongamentos das células foliculares. Nas células foliculares observam-se o núcleo (N) constituído por invólucro nuclear, cromatina, nucleoplasma e o citoplasma (C) com as mitocôndrias (MI), o retículo endoplásmico rugoso (RER), os ribosomas (R) e o aparelho de Golgi (G).

O — Ovócito

F — Células foliculares

Z — Zona pelúcida

N — Núcleo

C — Citoplasma

G — Aparelho de Golgi

MI — Mitocôndrias

RER — Retículo endoplásmico rugoso

R — Ribosomas

Fixação: Glutaraldeído/Tetróxido de ósmio

Inclusão: Epon<sub>812</sub>

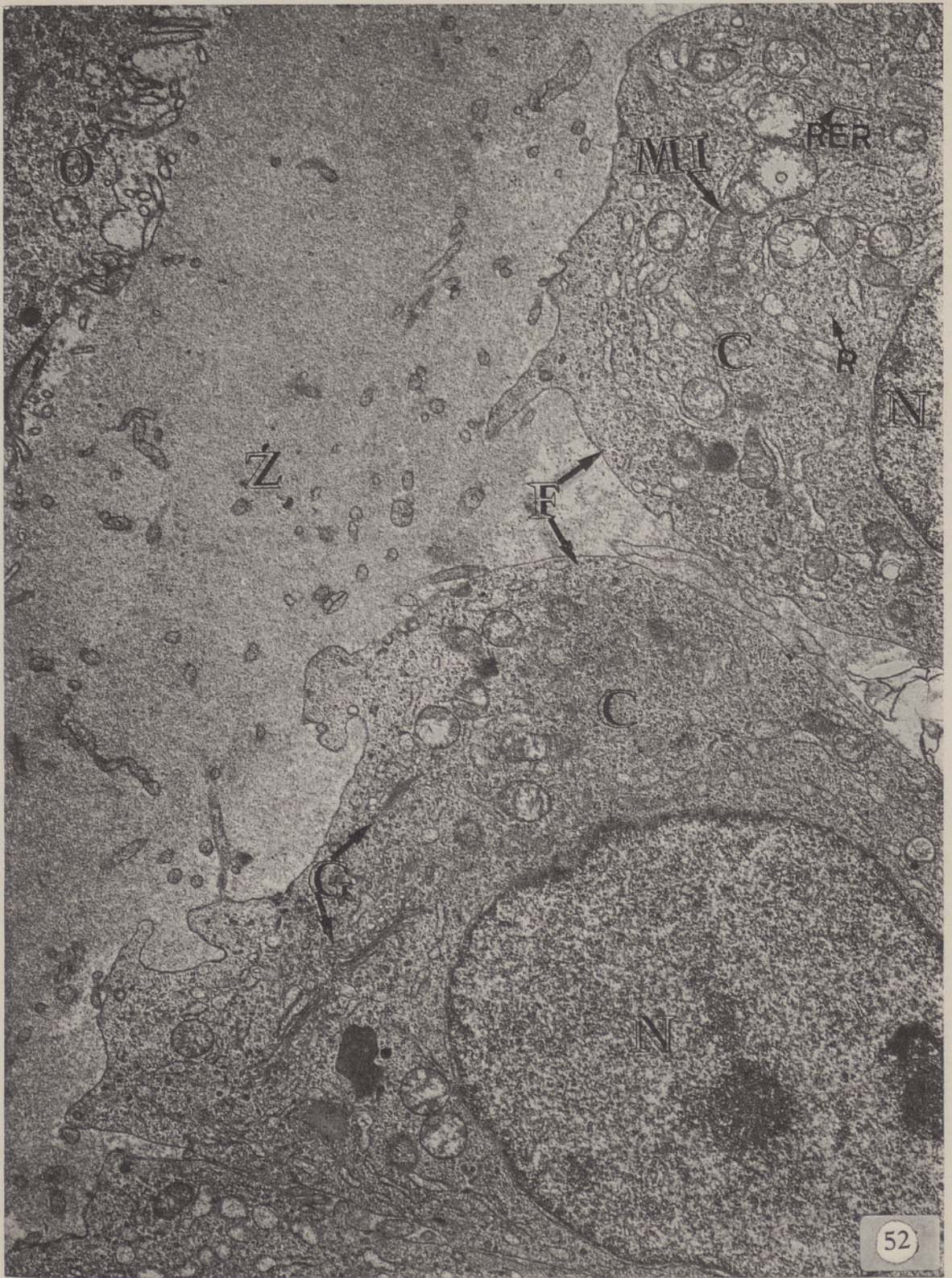
Coloração: Acetato de uranilo/Citrato de chumbo

Ampliação: 10 500 ×

Bloco n.º: 492/70

Chapa n.º: 9448





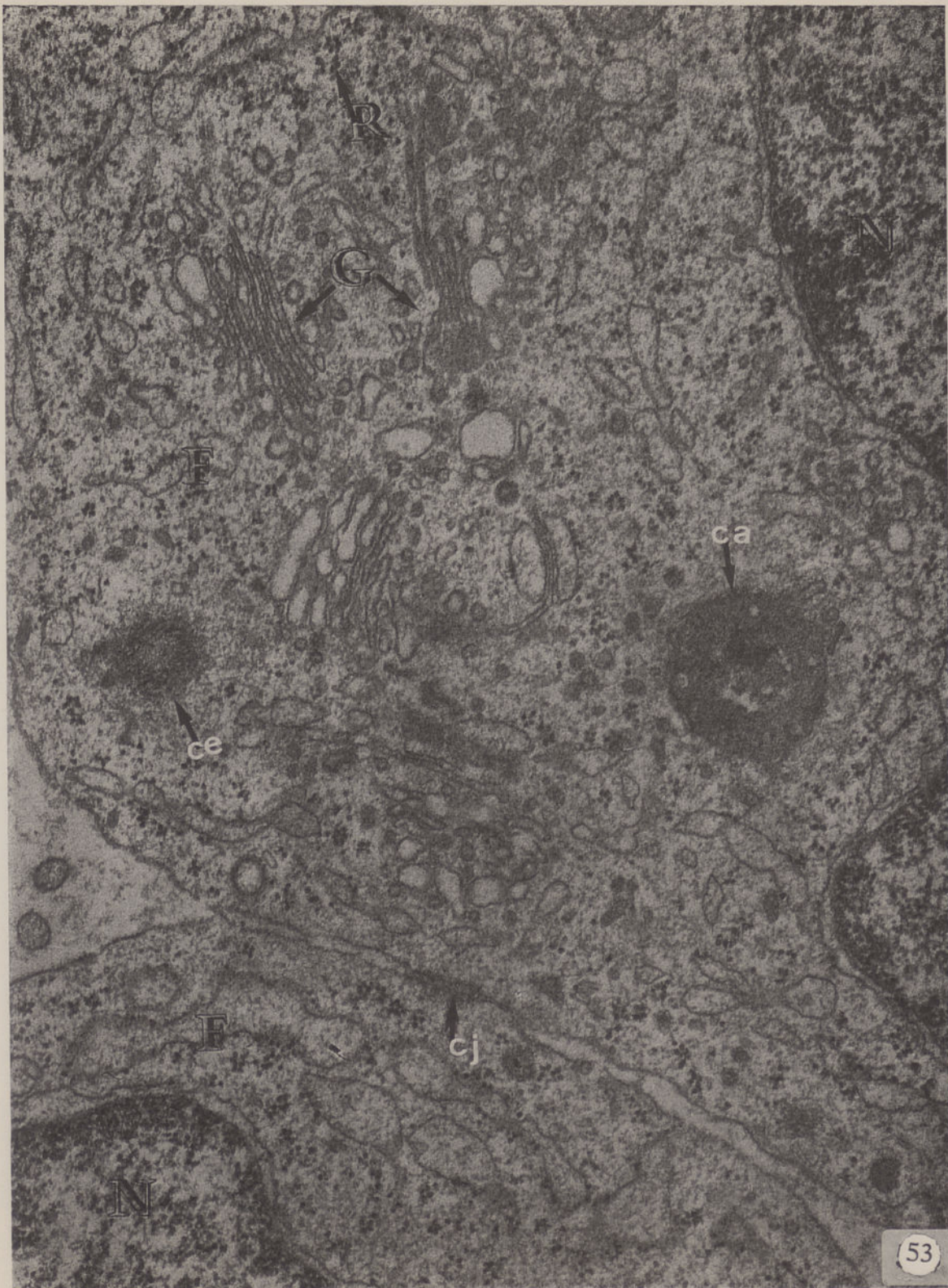


**Fig. n.º 53. Folículo de Graaf do ovário do Criceto dourado com trinta e quatro dias de idade.**

A micrografia electrónica mostra porções de duas células foliculares de um folículo de Graaf.

- F — Célula folicular
- N — Núcleo
- R — Ribosomas
- G — Aparelho de Golgi
- Ce — Centríolo
- Cj — Complexo de junção do tipo *zonula adherens*
- Ca — Corpo de Call-Exner
- Fixação: Glutaraldeído/Tetróxido de ósmio
- Inclusão: Epon<sub>812</sub>
- Coloração: Acetato de uranilo/Citrato de chumbo
- Ampliação: 36 000 ×
- Bloco n.º: 159/70
- Chapa n.º: 9643





**Fig. n.º 54. Folículo de Graaf do ovário do Criceto dourado com trinta e oito dias de idade.**

A micrografia electrónica mostra no citoplasma de um ovócito de 1.ª ordem lamelas aneladas (LA) formando pilhas de 18 elementos separados por intervalos de 75-120 nm. Cada elemento é constituído por dois folhetos relativamente paralelos, tendo cada um a espessura de 6-7,5 nm («unit membrane»), separados por um espaço de 30-40 nm de espessura. No seu trajecto observam-se descontinuidades ou poros. Associados com alguns elementos das (LA) observam-se grãos densos aos electrões com 10-20 nm de diâmetro, os ribosomas.

Fixação: Glutaraldeído/Tetróxido de ósmio

Inclusão: Epon<sub>812</sub>

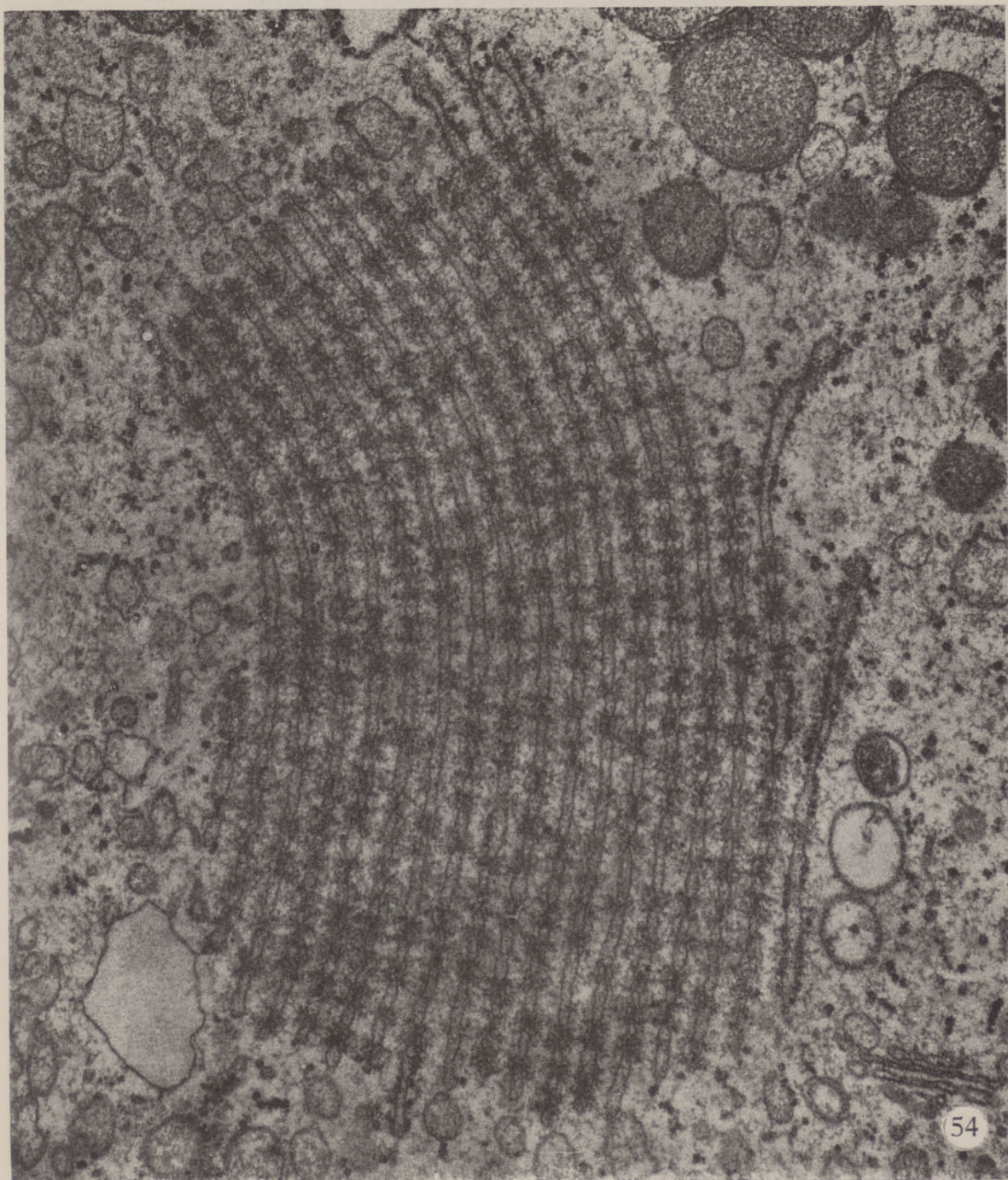
Coloração: Acetato de uranilo/Citrato de chumbo

Ampliação: 41 600 ×

Bloco n.º: 50/70

Chapa n.º: 9609







**Fig. n.º 55. Folículo de Graaf do ovário do Criceto dourado com quarenta e dois dias de idade.**

A presente micrografia electrónica mostra, no citoplasma de um ovócito de 1.ª ordem, lamelas aneladas (LA) em corte oblíquo. Observam-se anéis ou ânuos e ribosomas.

Fixação: Glutaraldeído/Tetróxido de ósmio

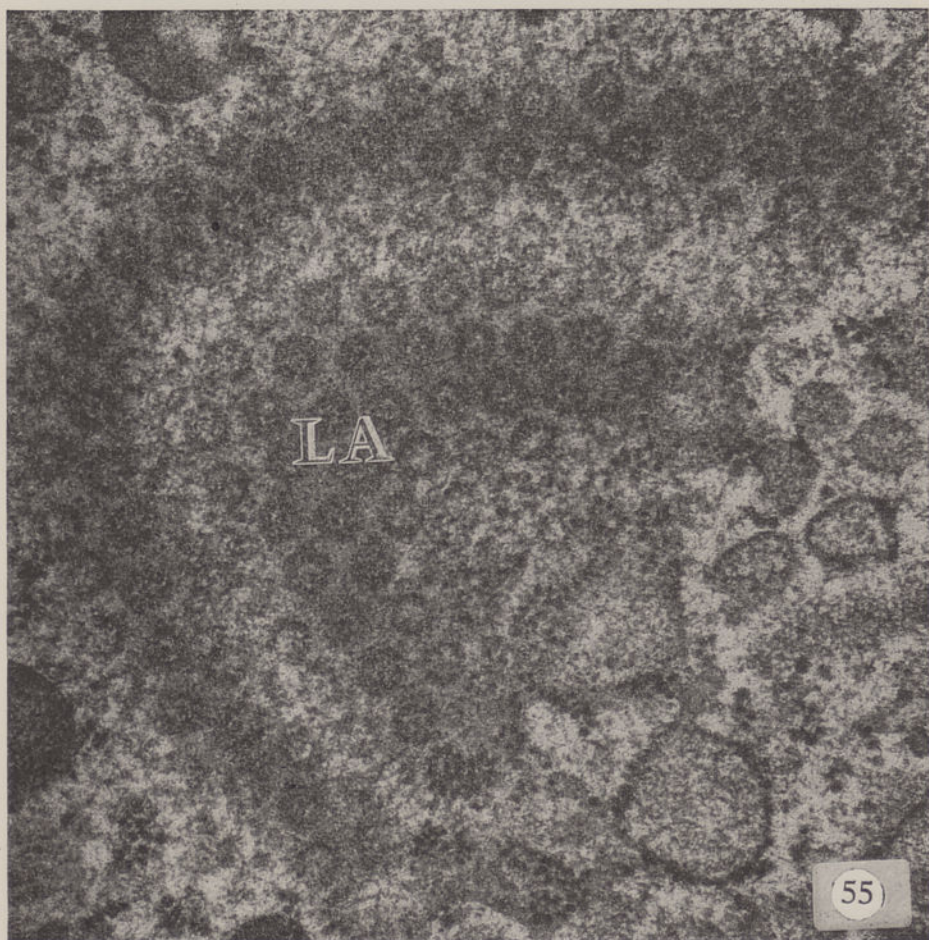
Inclusão: Epon<sub>812</sub>

Coloração: Acetato de uranilo/Citrato de chumbo

Ampliação: 60 000 ×

Bloco n.º: 152/69

Chapa n.º: 8314



**Fig. n.º 56. Folículo de Graaf do ovário do Criceto dourado com quarenta e seis dias de idade.**

A micrografia electrónica mostra no citoplasma de um ovócito de 1.<sup>a</sup> ordem, de um folículo de Graaf, as lamelas aneladas (LA) dispostas em pilhas de 13 elementos. Os elementos (E) que constituem as lamelas aneladas estão separados uns dos outros por intervalos de matriz citoplásmica de 75-120 nm (F). Cada um dos elementos é formado por dois folhetos densos relativamente paralelos, separados por uma área quase transparente aos electrões de 20 a 40 nm de largura. Cada folheto dos elementos das lamelas aneladas tem a espessura de 6 a 7,5 nm e estrutura típica de «unit membrane». Em determinadas regiões, os folhetos de cada elemento ligam-se um ao outro. As áreas de união aparecem electro-nicamente densas em cortes transversais (D). Associados com alguns elementos das LA observam-se grãos densos aos electrões com 10-20 nm de diâmetro (ribosomas).

Fixação: Glutaraldeído/Tetróxido de ósmio

Inclusão: Epon<sub>812</sub>

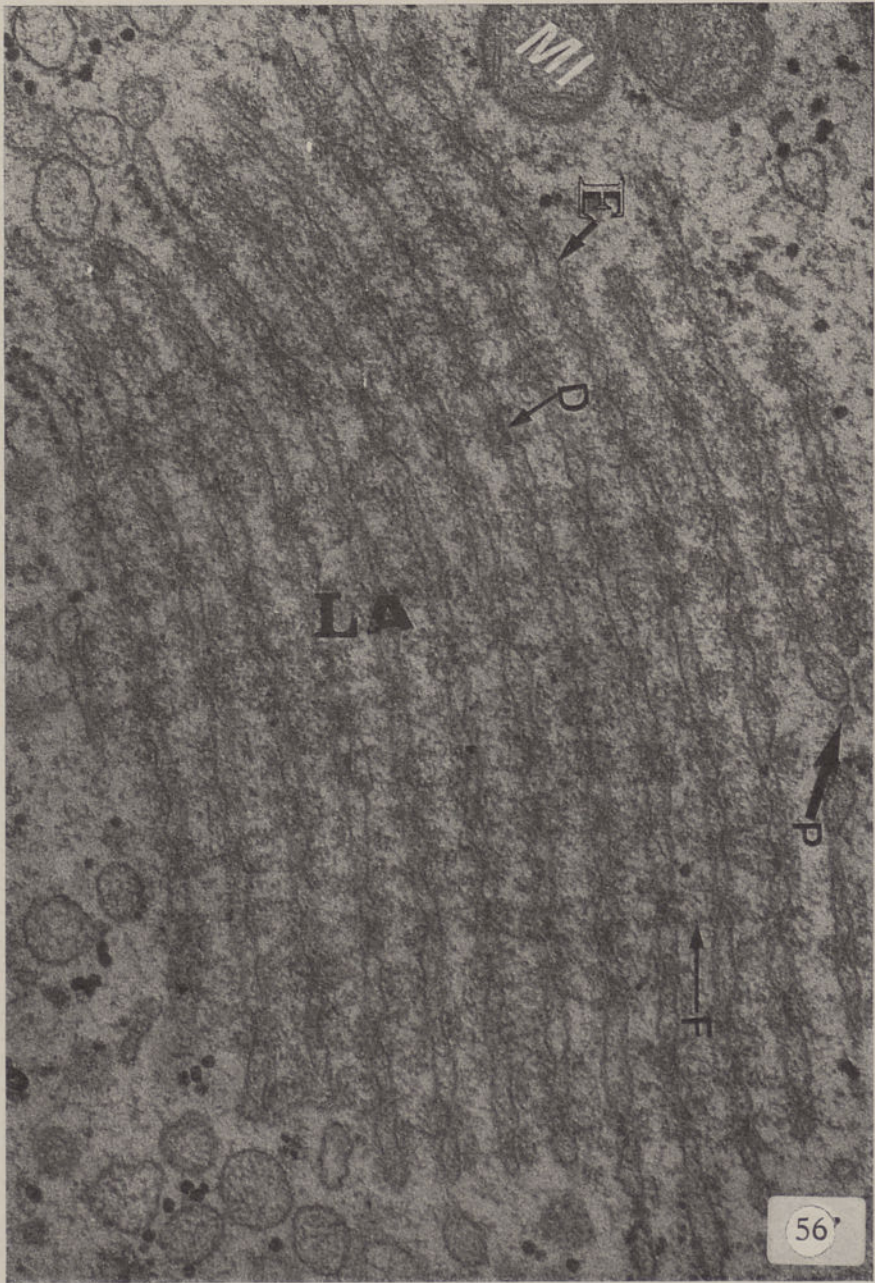
Coloração: Acetato de uranilo/Citrato de chumbo

Ampliação: 45 000 ×

Bloco n.º: 283/70

Chapa n.º: 9585





**Fig. n.º 57. Folículo de Graaf do ovário do Criceto dourado com cinquenta dias de idade.**

A micrografia electrónica mostra no citoplasma de um ovócito de 1.<sup>a</sup> ordem, de um folículo de Graaf, lamelas aneladas (LA) dispostas em pilhas de vinte elementos. Cada elemento (E) é constituído por dois folhetos relativamente paralelos, com 6-7 nm de espessura, separados por um espaço de 30-40 nm; no seu trajecto observam-se poros (P). Associados com alguns elementos das LA observam-se grãos densos aos electrões com 10-20 nm de diâmetro (ribosomas).

P — Poro

RER — Cisterna de retículo endoplásmico rugoso

CM — Corpo multivesicular

Mi — Mitocôndria

D — Diafragma

Fixação: Glutaraldeído/Tetróxido de ósmio

Inclusão: Epon<sub>812</sub>

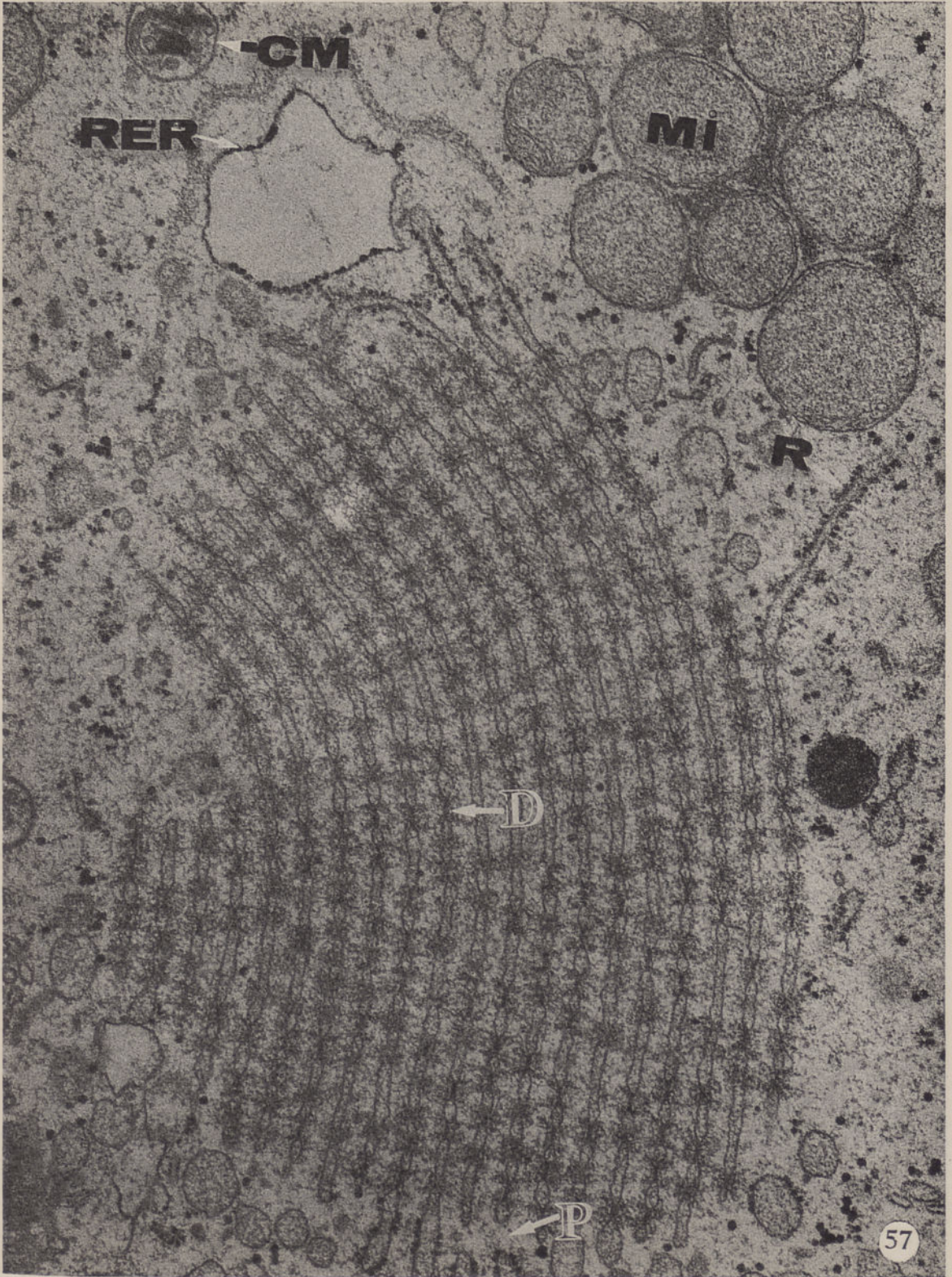
Coloração: Acetato de uranilo/Citrato de chumbo

Ampliação: 41 600 ×

Bloco n.º: 229/70

Chapa n.º: 9623







**Fig. n.º 58. Folículo de Graaf do ovário do Criceto dourado com cinquenta dias de idade.**

A micrografia electrónica mostra no citoplasma de um ovócito de 1.<sup>a</sup> ordem, de um folículo de Graaf, as lamelas aneladas (LA), seccionadas tangencialmente.

O **Insect** mostra poros ampliados. No centro de cada poro (A) observa-se um grânulo denso de natureza proteica.

Fixação: Glutaraldeído/Tetróxido de ósmio

Inclusão: Epon<sub>812</sub>

Coloração: Acetato de uranilo/Citrato de chumbo

Ampliação: 34 500 ×

Bloco n.º: 229/70

Chapa n.º: 9624

**Inset:**

Fixação: Glutaraldeído/Tetróxido de ósmio

Inclusão: Epon<sub>812</sub>

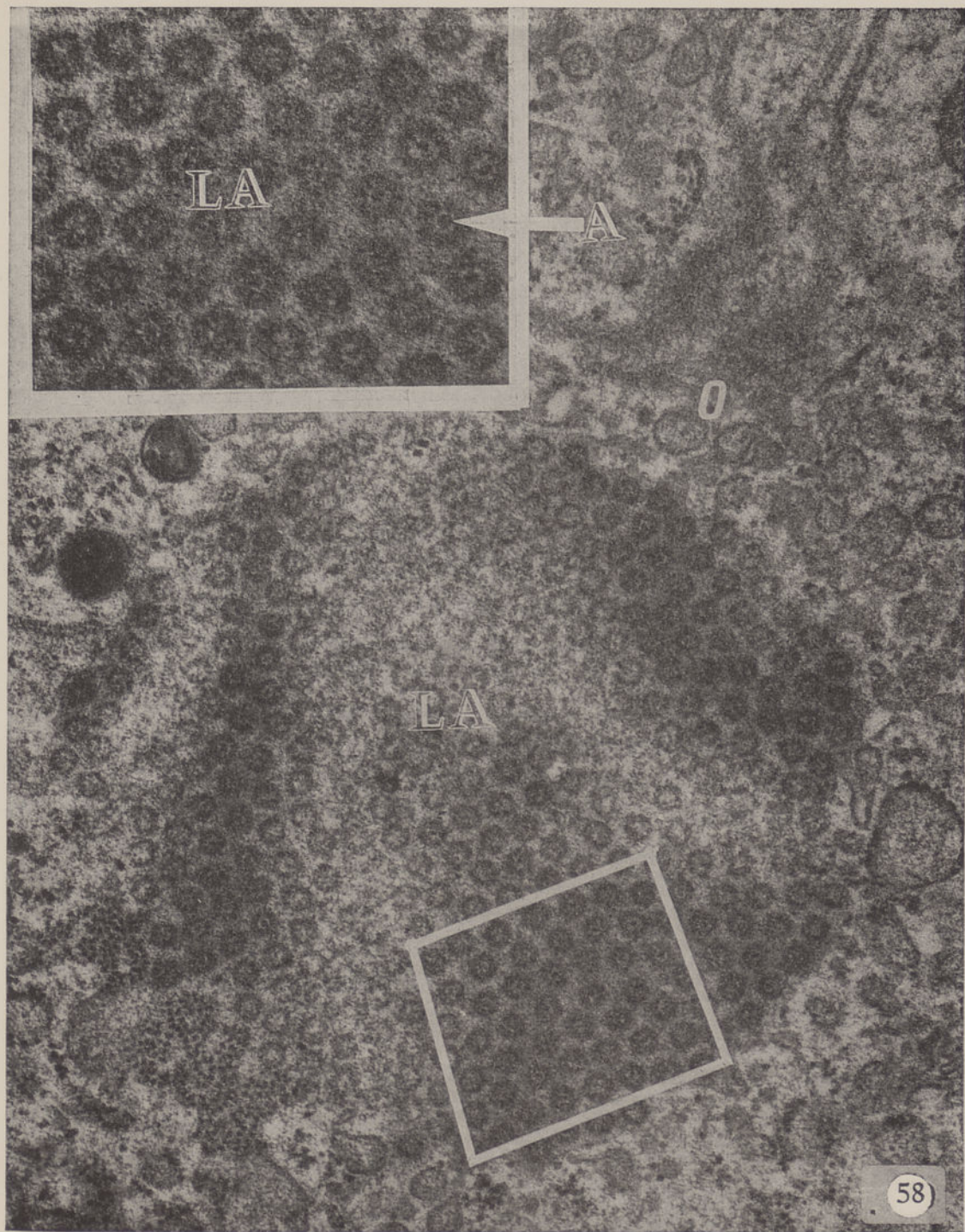
Coloração: Acetato de uranilo/Citrato de chumbo

Ampliação: 71 000 ×

Bloco n.º: 229/70

Chapa n.º: 9625





## C.3. TEMAS RELACIONADOS COM A OVOGÊNESE NO CRICETO DOURADO

### C.3.1. Pontes Intercelulares

A partir do 14.º dia de vida fetal do Criceto dourado até ao 4.º dia após o nascimento aparecem entre ovogónias e ovócitos em diferenciação canais de comunicação, pontes intercelulares. Ao microscópio electrónico (figuras n.ºs 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68 e 69) verifica-se que são limitadas por uma membrana unitária que é contínua com a membrana plasmática das células participantes; na parte interna da membrana limitante observa-se uma banda densa, de material fibrilar, com a espessura de 40-60 nm; o citoplasma das pontes intercelulares é semelhante ao das células participantes, embora ocasionalmente apareça um pouco menos denso; observam-se também nele as mitocôndrias, o retículo endoplásmico liso e rugoso, os elementos do aparelho de Golgi, os ribosomas e os microtúbulos.



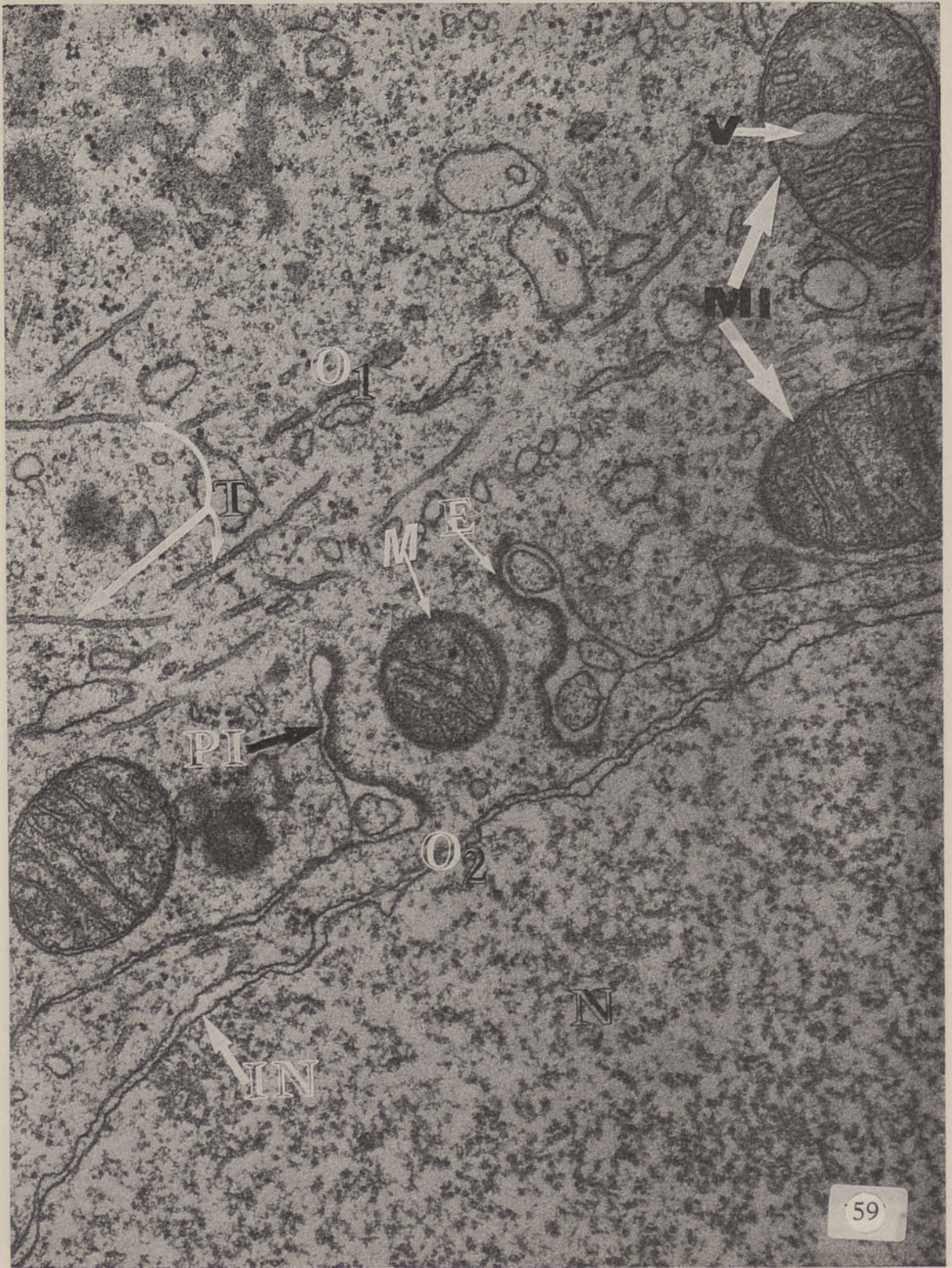
**ESTAMPAS**  
(PONTES INTERCELULARES)

**Fig. n.º 59. Ponte intercelular no ovário fetal do Criceto dourado com quinze dias de idade.**

A micrografia electrónica mostra uma ponte intercelular (PI) ligando o citoplasma de duas ovogónias ( $O_1$  e  $O_2$ ). Observam-se a continuidade citoplásmica entre as ovogónias participantes, o material fibrilar denso na parte interna das membranas da ponte (E) e os organelos celulares.

- $O_1$  — Ovogónia
  - $O_2$  — »
  - V — Vacúolo intramitocondrial
  - MI — Mitocôndria
  - PI — Ponte intercelular
  - T — Microtúbulo
  - E — Material fibrilar denso
  - N — Núcleo
  - IN — Invólucro nuclear
- Fixação: Glutaraldeído/Tetróxido de ósmio  
Inclusão: Epon<sub>812</sub>  
Coloração: Acetato de uranilo/Citrato de chumbo  
Ampliação: 48 000 ×  
Bloco n.º: 339/69  
Chapa n.º: 5982







**Fig. n.º 60. Ponte intercelular no ovário do Criceto dourado com um dia de idade.**

A micrografia electrónica mostra uma ponte intercelular (PI) ligando dois ovócitos ( $O_1$  e  $O_2$ ). Observam-se a continuidade citoplásmica entre os ovócitos participantes, o material fibrilar denso na parte interna da membrana da ponte e organelos celulares.

N — Núcleo  
 $O_1$  — Ovócito  
 $O_2$  — »  
PI — Ponte intercelular  
MI — Mitocôndria  
G — Aparelho de Golgi  
R — Ribosomas

Fixação: Glutaraldeído/Tetróxido de ósmio

Inclusão: Epon<sub>812</sub>

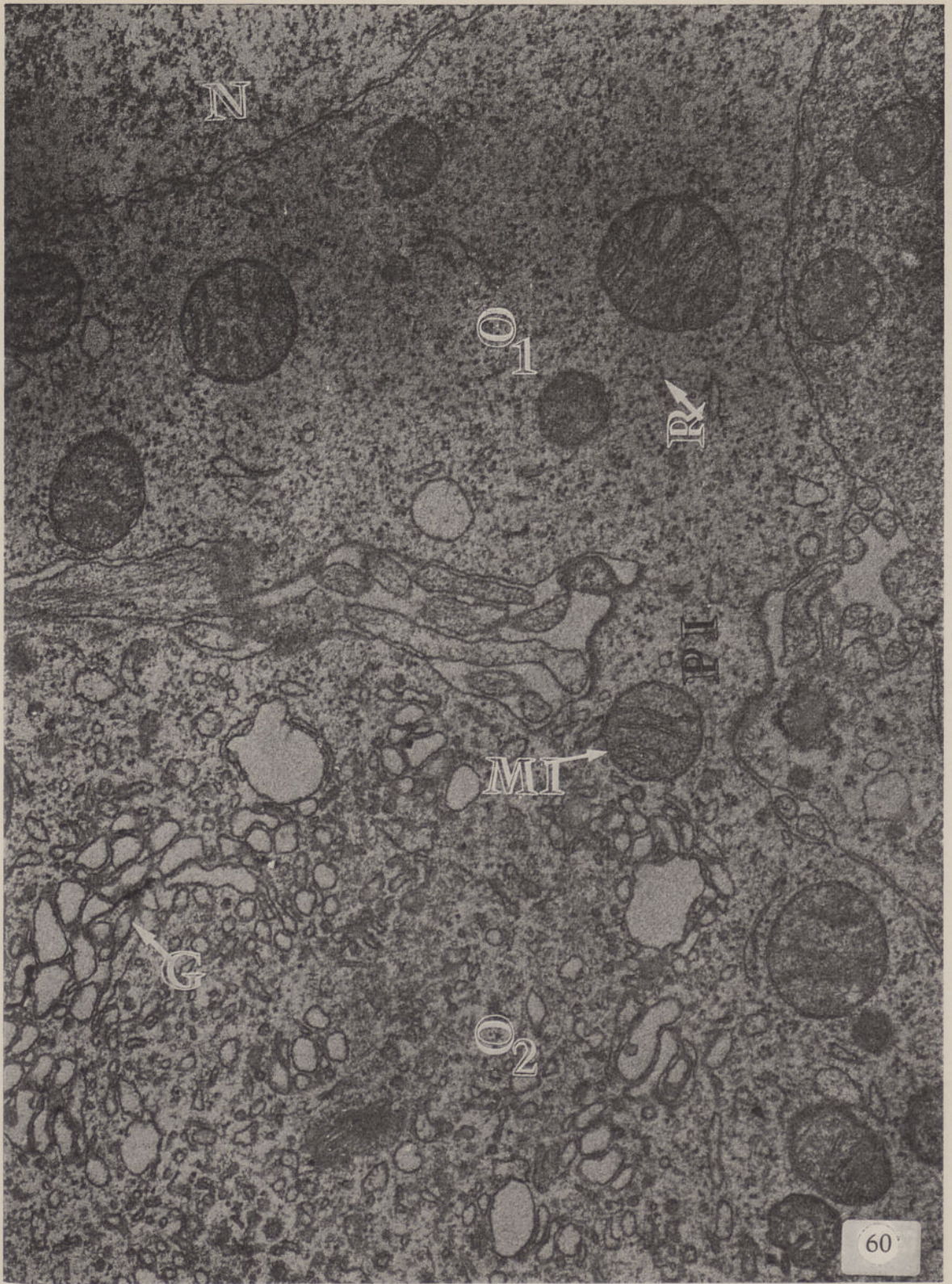
Coloração: Acetato de uranilo/Citrato de chumbo

Ampliação: 33 000 ×

Bloco n.º: 190/69

Chapa n.º: 9014







**Fig. n.º 61. Ponte intercelular no ovário do Criceto dourado com três dias de idade.**

A micrografia electrónica mostra uma ponte intercelular (PI) a ligar dois ovócitos de 1.<sup>a</sup> ordem ( $O_1$  e  $O_2$ ). Observa-se a membrana limitante (L), o material fibrilar denso (E) e os organelos celulares.

$O_1$  — Ovócito

$O_2$  — »

N — Núcleo

MI — Mitocôndria

E — Material denso aos electrões

L — Membrana limitante da ponte

Fixação: Glutaraldeído/Tetróxido de ósmio

Inclusão: Epon <sub>812</sub>

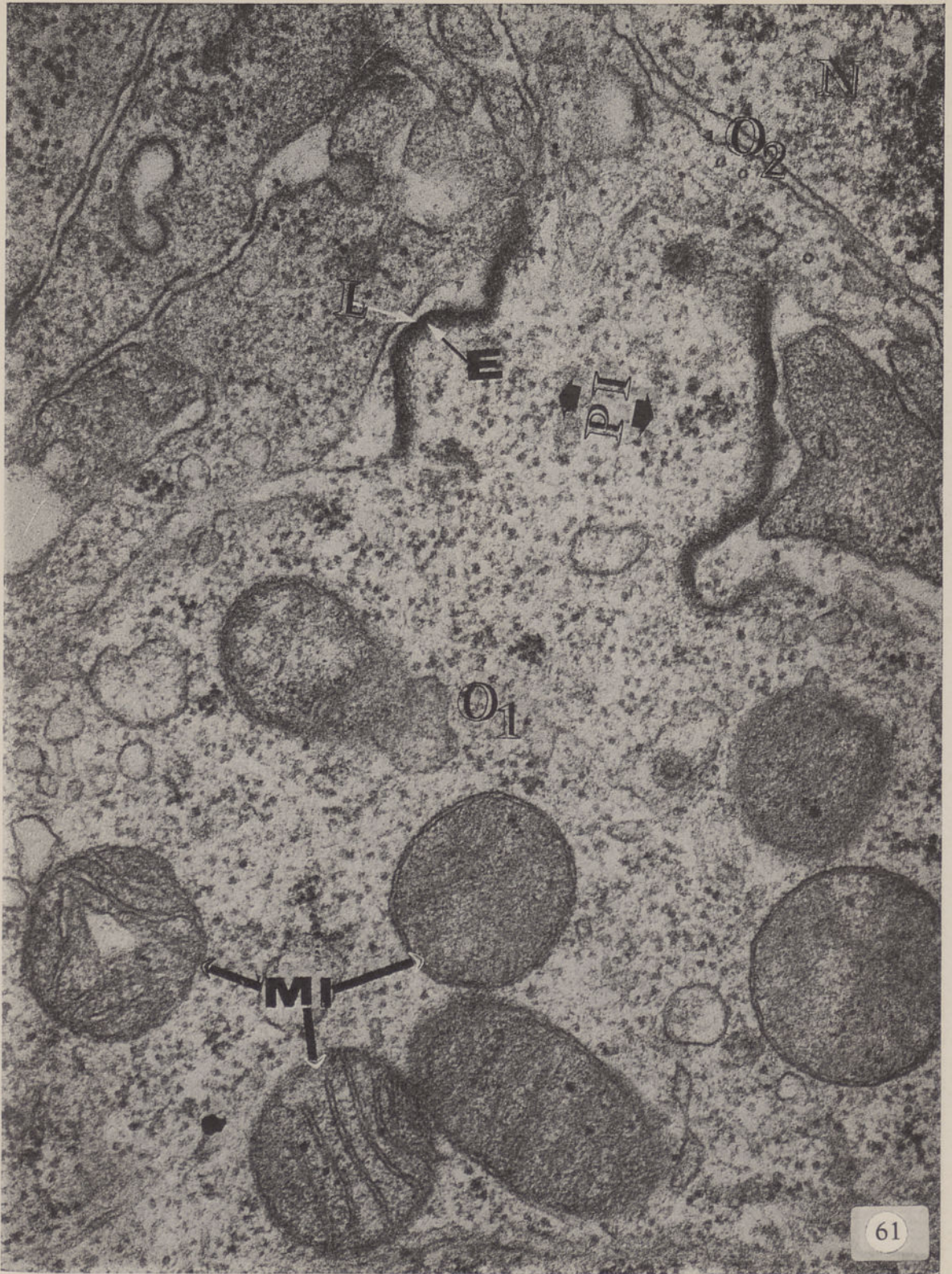
Coloração: Acetato de uranilo/Citrato de chumbo

Ampliação: 52 000 ×

Bloco n.º: 180/69

Chapa n.º: 9355







**Fig. n.º 62. Ponte intercelular no ovário fetal (14 dias) do Criceto dourado.**

A micrografia electrónica mostra uma ponte intercelular (PI) entre duas ovogónias ( $O_1$  e  $O_2$ ).

Fixação: Glutaraldeído/Tetróxido de ósmio

Inclusão: Epon<sub>812</sub>

Coloração: Acetato de uranilo/Citrato de chumbo

Ampliação: 36 000 ×

Bloco n.º: 292/70

Chapa n.º: 9287

**Fig. n.º 63. Ponte intercelular no ovário fetal (15 dias) do Criceto dourado.**

A micrografia electrónica mostra uma ponte intercelular (PI) a unir duas ovogónias ( $O_1$  e  $O_2$ )

Fixação: Glutaraldeído/Tetróxido de ósmio

Inclusão: Epon<sub>812</sub>

Coloração: Acetato de uranilo/Citrato de chumbo

Ampliação: 16 000 ×

Bloco n.º: 339/69

Chapa n.º: 5981

**Fig. n.º 64. Ponte intercelular no ovário do Criceto dourado recém-nascido.**

A micrografia electrónica mostra uma ponte intercelular (PI) ligando dois ovócitos ( $O_1$  e  $O_2$ ).

Fixação: Glutaraldeído/Tetróxido de ósmio

Inclusão: Epon<sub>812</sub>

Coloração: Acetato de uranilo/Citrato de chumbo

Ampliação: 36 000 ×

Bloco n.º: 45/70

Chapa n.º: 8120

**Fig. n.º 65. Ponte intercelular no ovário do Criceto dourado com 1 dia de idade.**

A micrografia electrónica mostra uma ponte intercelular (PI) unindo dois ovócitos ( $O_1$  e  $O_2$ ).

Fixação: Glutaraldeído/Tetróxido de ósmio

Inclusão: Epon<sub>812</sub>

Coloração: Acetato de uranilo/Citrato de chumbo

Ampliação: 21 000 ×

Bloco n.º: 44/70

Chapa n.º: 9048

**Fig. n.º 66. Ponte intercelular no ovário do Criceto dourado com 2 dias de idade.**

A micrografia electrónica mostra uma ponte intercelular (PI) ligando dois ovócitos ( $O_1$  e  $O_2$ ).

Fixação: Glutaraldeído/Tetróxido de ósmio

Inclusão: Epon<sub>812</sub>

Coloração: Acetato de uranilo/Citrato de chumbo

Ampliação: 18 000 ×

Bloco n.º: 40/69

Chapa n.º: 6772

**Fig. n.º 67. Ponte intercelular no ovário do Criceto dourado com 3 dias de idade.**

A micrografia electrónica mostra uma ponte intercelular (PI) ligando dois ovócitos ( $O_1$  e  $O_2$ ).

Fixação: Glutaraldeído/Tetróxido de ósmio

Inclusão: Epon<sub>812</sub>

Coloração: Acetato de uranilo/Citrato de chumbo

Ampliação: 36 000 ×

Bloco n.º: 293/70

Chapa n.º: 9366

**Fig. n.º 68. Ponte intercelular no ovário do Criceto dourado com 4 dias de idade.**

A micrografia electrónica mostra uma ponte intercelular (PI) ligando dois ovócitos ( $O_1$  e  $O_2$ ).

Fixação: Glutaraldeído/Tetróxido de ósmio

Inclusão: Epon<sub>812</sub>

Coloração: Acetato de uranilo/Citrato de chumbo

Ampliação: 21 000 ×

Bloco n.º: 55/70

Chapa n.º: 9215

**Fig. n.º 69. Ponte intercelular no ovário do Criceto dourado com 4 dias de idade.**

A micrografia electrónica mostra uma ponte intercelular (PI) ligando dois ovócitos ( $O_1$  e  $O_2$ ).

Fixação: Glutaraldeído/Tetróxido de ósmio

Inclusão: Epon<sub>812</sub>

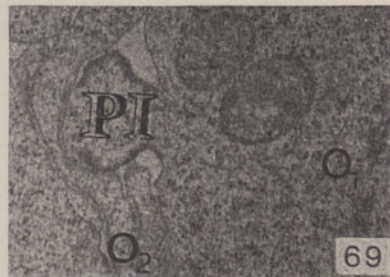
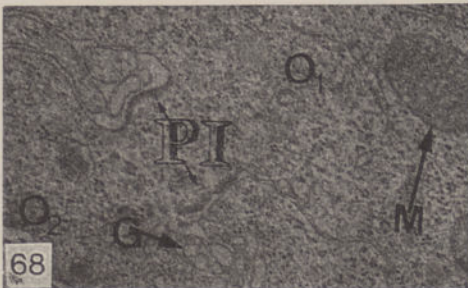
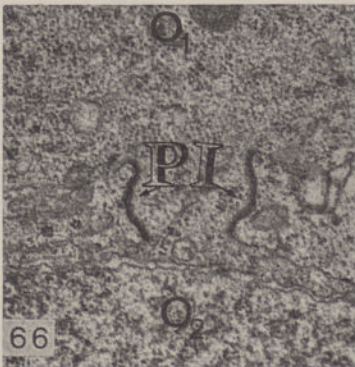
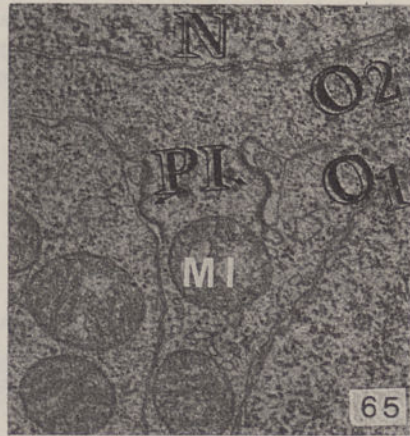
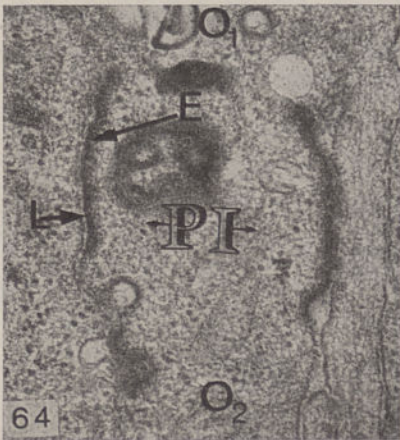
Coloração: Acetato de uranilo/Citrato de chumbo

Ampliação: 21 000 ×

Bloco n.º: 55/70

Chapa n.º: 9218

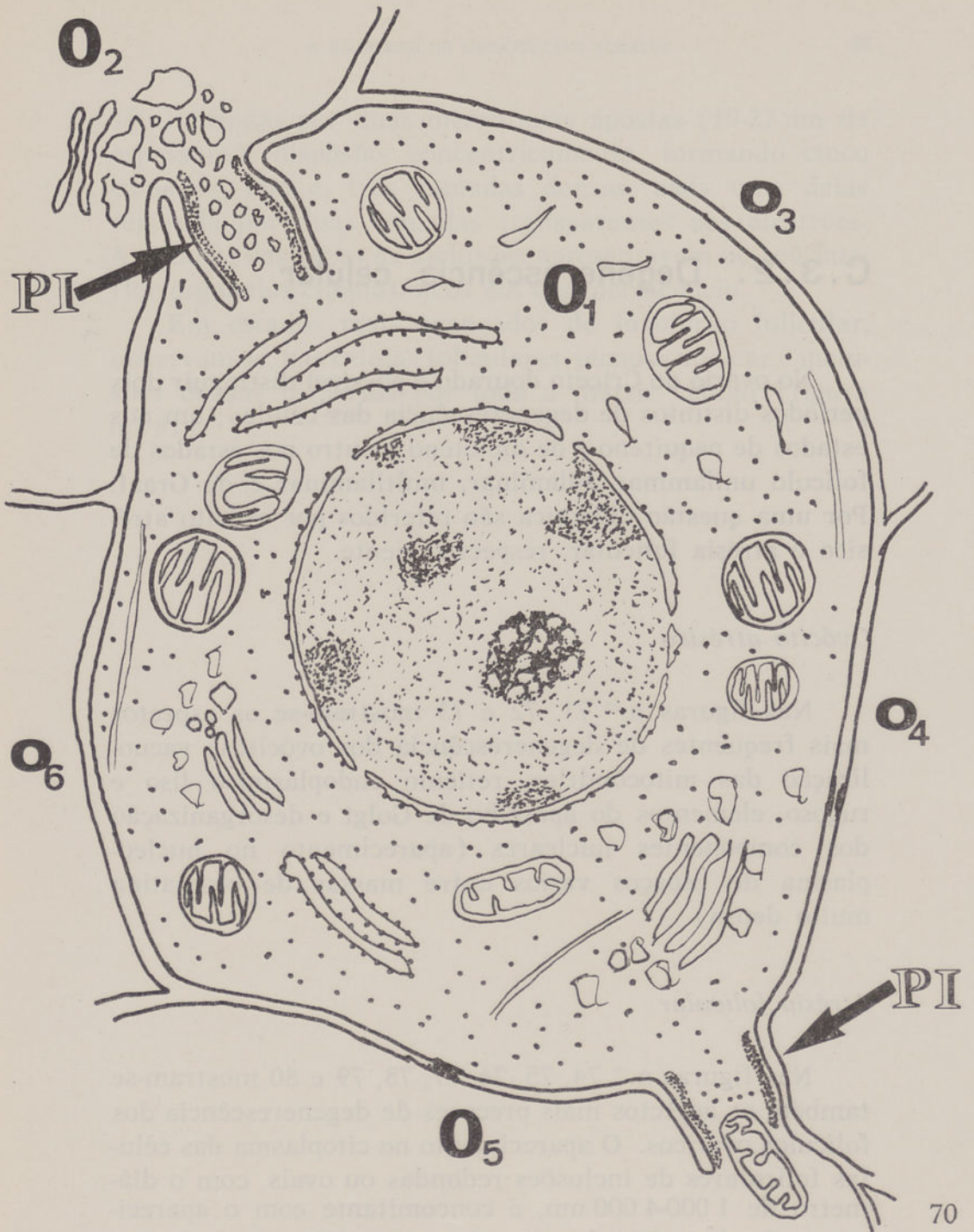




**Fig. n.º 70. Esquema morfológico das pontes intercelulares.**

As pontes intercelulares são caracterizadas por: *a*) continuidade citoplásmica entre as células participantes; *b*) um material fibrilar denso, medindo 40-60 nm de espessura, situado apenas na parte interna da membrana celular das pontes; e *c*) vários organelos celulares no seu interior.





### C.3.2. Degenerescência celular

No ovário do Criceto dourado é possível distinguir dois períodos distintos de degenerescência das células; um nos estados de paquíteno e de diplóteno e outro nos estados de folículo unilaminar, bilaminar, multilaminar e de Graaf. Por uma questão didática são referidos por ovócito atrésico e atrésia folicular, respectivamente.

#### *Ovócito atrésico*

Nas figuras n.<sup>os</sup> 71, 72 e 73 mostram-se os aspectos mais frequentes de degenerescência dos ovócitos: vacuolização das mitocôndrias, retículo endoplasmático liso e rugoso, elementos do aparelho de Golgi e desorganização dos componentes nucleares (aparecimento no nucleoplasma de espaços vazios entre massas de cromatina muito densa).

#### *Atrésia folicular*

Nas figuras n.<sup>os</sup> 74, 75, 76, 77, 78, 79 e 80 mostram-se também os aspectos mais precoces de degenerescência dos folículos ováricos. O aparecimento no citoplasma das células foliculares de inclusões redondas ou ovais, com o diâmetro de 1 000-4 000 nm, é concomitante com o aparecimento de alterações degenerativas no ovócito. As inclusões



são limitadas por duas membranas apostas (19-22 nm de espessura), dispostas concentricamente, formando cinco camadas, isto é, três camadas densas, cada uma delas separada por duas camadas transparentes aos electrões. A maioria das vezes as inclusões apresentavam no seu interior organelos citoplásmicos em degenerescência.

Em estados mais avançados de involução folicular, observam-se, nas células foliculares, picnose nuclear e inclusões densas dispersas por toda a matriz celular (figura n.º 81).





# ESTAMPAS

(DEGENERESCÊNCIA CELULAR)

**Fig. n.º 71. Ovócito atrésico do ovário do Criceto dourado com seis dias de idade.**

A micrografia electrónica mostra um ovócito de 1.<sup>a</sup> ordem em atrésia. No núcleo observam-se massas de cromatina muito densas aos electrões e no citoplasma não se distinguem organelos.

Fixação: Glutaraldeído/Tetróxido de ósmio

Inclusão: Epon<sub>812</sub>

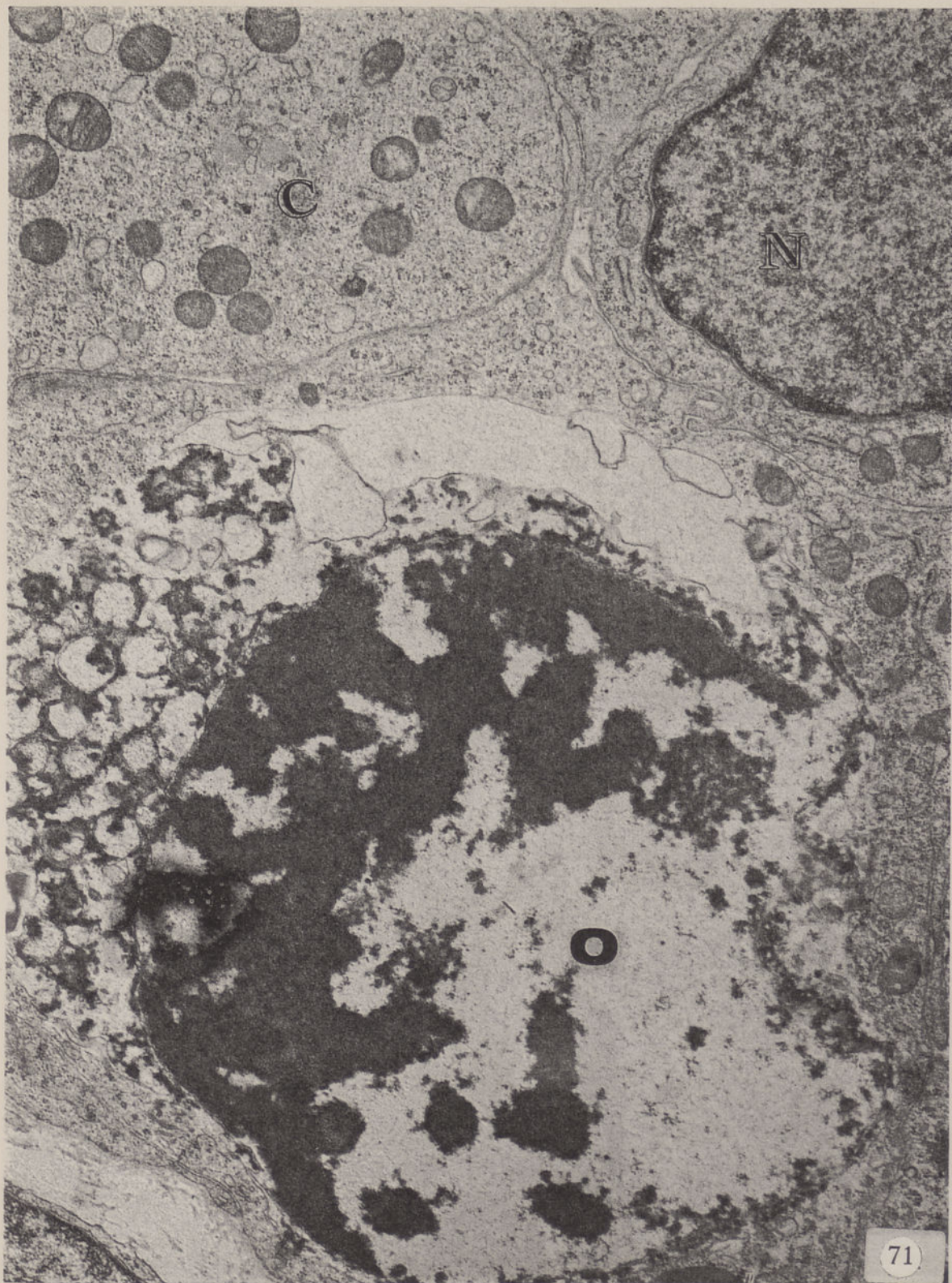
Coloração: Acetato de uranilo/Citrado de chumbo

Ampliação: 15 000×

Bloco n.º: 299/70

Chapa n.º: 9214







**Fig. n.º 72. Ovócito atrésico do ovário do Criceto dourado com nove dias de idade.**

A micrografia electrónica mostra um ovócito de 1.<sup>a</sup> ordem em estado de atresia a ser fagocitado por uma célula do estroma ovárico (macrófago).

O — Ovócito

N — Núcleo

C — Citoplasma

L — Inclusão lipídica

Fixação: Glutaraldeído/Tetróxido de ósmio

Inclusão: Epon<sub>812</sub>

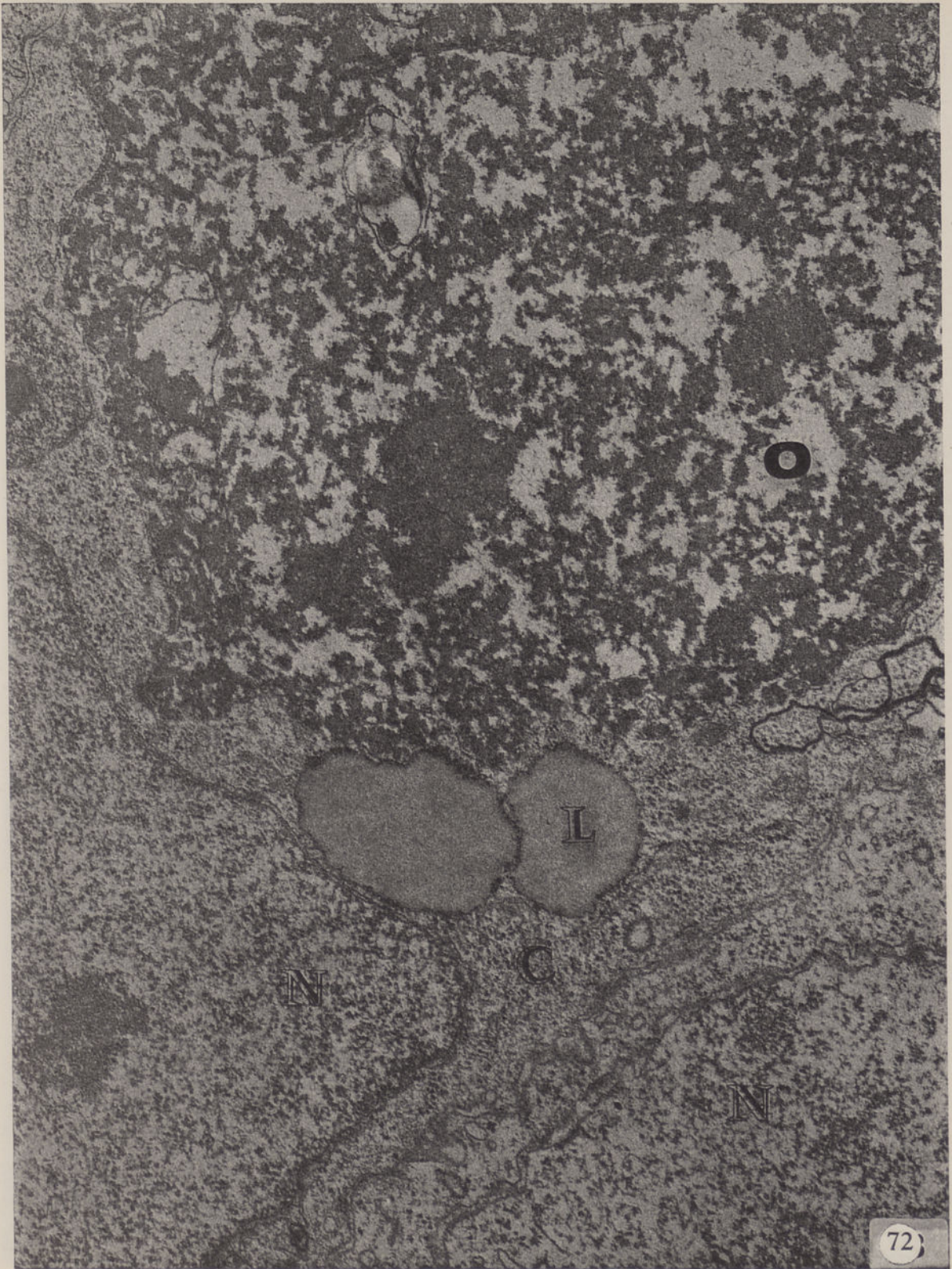
Coloração: Acetato de uranilo/Citrato de chumbo

Ampliação: 30 000 ×

Bloco n.º: 335/69

Chapa n.º: 8608





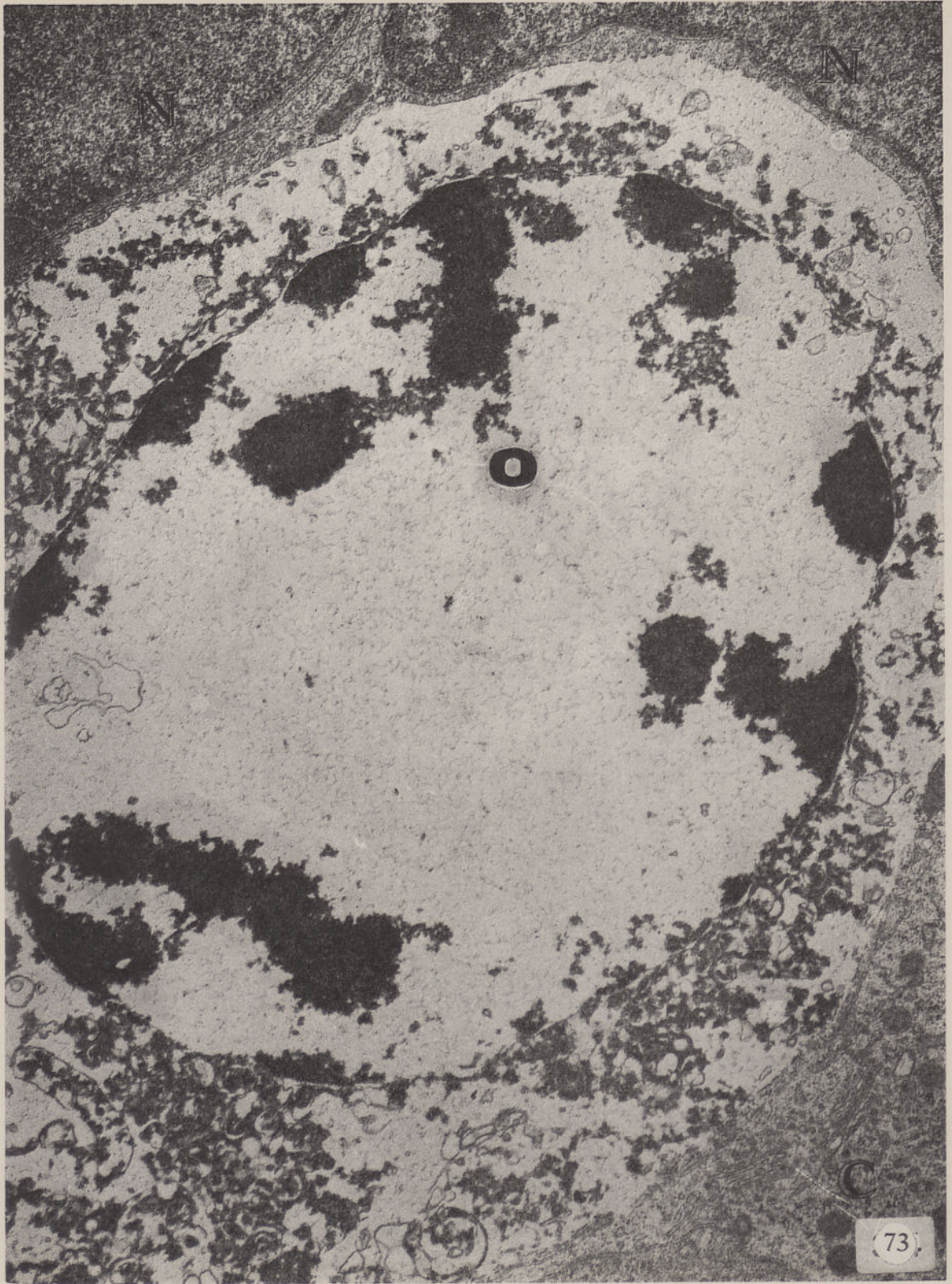


**Fig. n.º 73. Ovócito em estado avançado de degenerescência do ovário do Criceto dourado com nove dias de idade.**

A micrografia electrónica mostra um ovócito de 1.<sup>a</sup> ordem em estado avançado de atresia. No núcleo, o nucleoplasma apresenta-se transparente aos electrões e observam-se massas de cromatina muito densas dispostas à periferia junto ao invólucro nuclear. O citoplasma aparece completamente desorganizado sem se poder distinguir quaisquer estruturas.

Fixação: Glutaraldeído/Tetróxido de ósmio  
Inclusão: Epon<sub>812</sub>  
Coloração: Acetato de uranilo/Citrato de chumbo  
Ampliação: 18 000 ×  
Bloco n.º: 335/69  
Chapa n.º: 8610



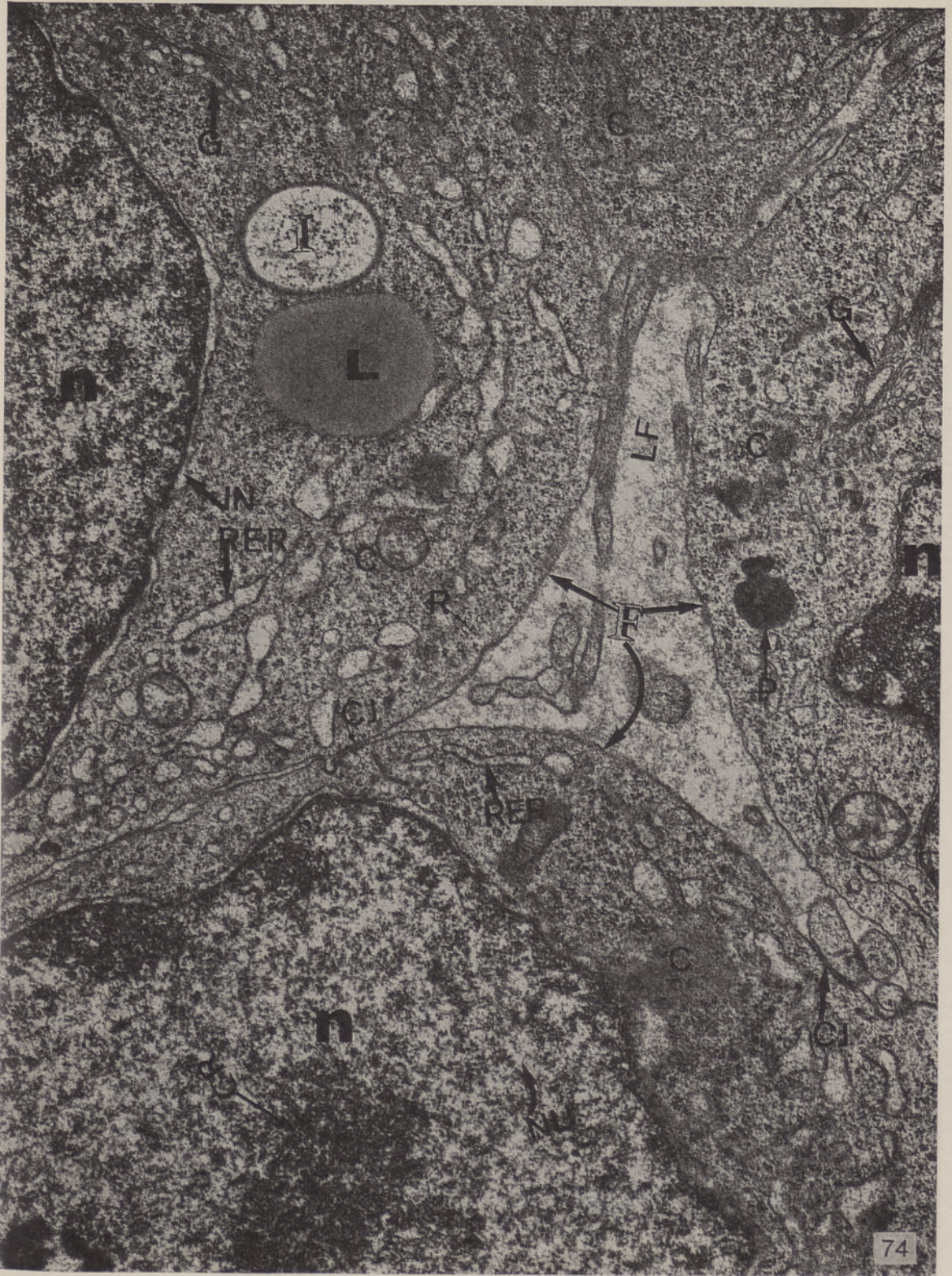


**Fig. n.º 74. Células foliculares de um folículo multilaminar do ovário do Criceto dourado com vinte e seis dias de idade.**

A micrografia electrónica mostra três células foliculares (F) de um folículo multilaminar em início de atresia. Observa-se no núcleo (N), o invólucro nuclear (IN), a cromatina (CR) e o nucleoplasma (Nu); no citoplasma (C), o aparelho de Golgi (G), as mitocôndrias (M), o retículo endoplásmico rugoso (RER), os ribosomas (R), o lisosoma (P), a inclusão lipídica (L) e a inclusão redonda (I).

- N — Núcleo
  - IN — Invólucro nuclear
  - C — Citoplasma
  - CR — Cromatina
  - Nu — Nucleoplasma
  - RER — Retículo endoplásmico rugoso
  - R — Ribosomas
  - L — Inclusão lipídica
  - I — Inclusão redonda
  - G — Aparelho de Golgi
  - P — Lisosoma
  - M — Mitocôndria
  - LF — Líquido folicular
  - CJ — Complexo de junção
- Fixação: Glutaraldeído/Tetróxido de ósmio  
Inclusão: Epon<sub>812</sub>  
Coloração: Acetato de uranilo/Citrato de chumbo  
Ampliação: 17 500 ×  
Bloco n.º: 144/69  
Chapa n.º: 8861







**Fig. n.º 75. Célula folicular de um folículo de Graaf do ovário do Criceto dourado com trinta e quatro dias de idade.**

A micrografia electrónica mostra uma célula folicular (F) de um folículo de Graaf em início de atresia. Observam-se no núcleo (N), o invólucro nuclear, a cromatina e o nucleoplasma; no citoplasma (C), o aparelho de Golgi (G), o corpo de Call-Exner (C) e a inclusão redonda (I).

Fixação: Glutaraldeído / Tetróxido de ósmio

Inclusão: Epon<sub>812</sub>

Coloração: Acetato de uranilo/Citrato de chumbo

Ampliação: 18 000 ×

Bloco n.º: 493/70

Chapa n.º: 9644

**Fig. n.º 76. Célula folicular de um folículo de Graaf do ovário do Criceto dourado com trinta e oito dias de idade.**

A micrografia electrónica mostra no citoplasma (C) de uma célula folicular (F), de um folículo de Graaf em início de atresia, a inclusão redonda (I).

Fixação: Glutaraldeído/Tetróxido de ósmio

Inclusão: Epon<sub>812</sub>

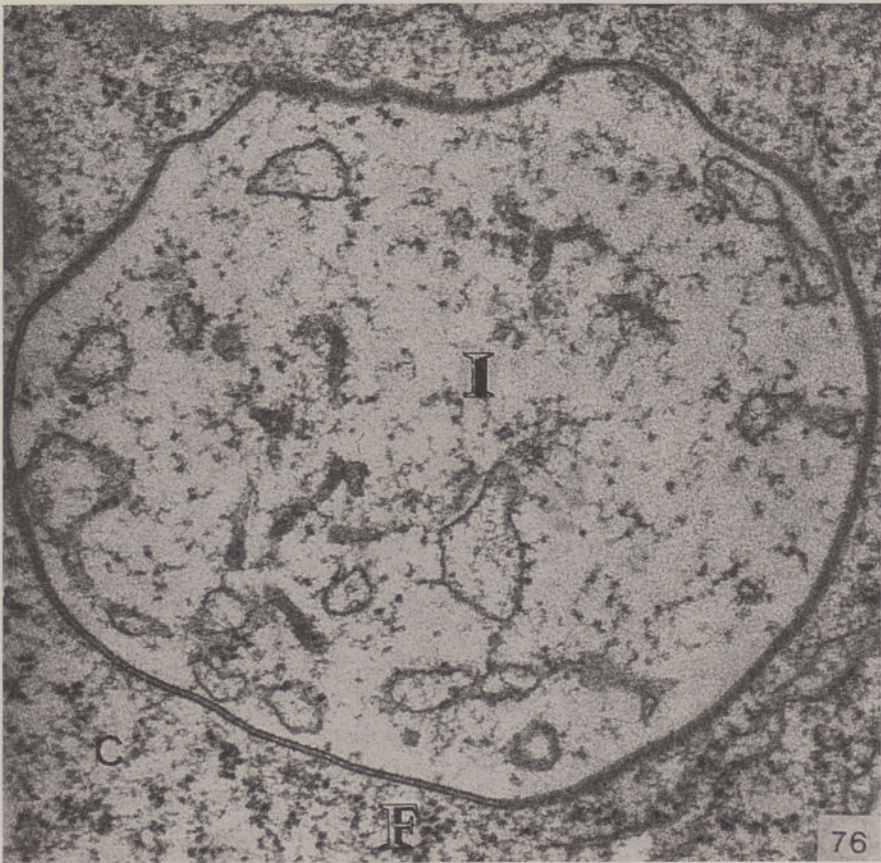
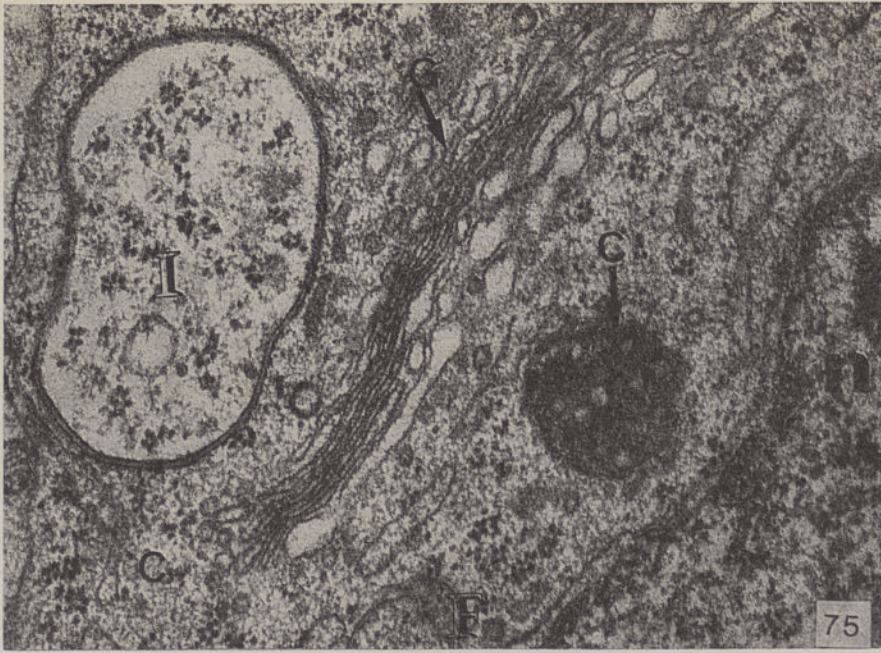
Coloração: Acetato de uranilo/Citrato de chumbo

Ampliação: 48 000 ×

Bloco n.º: 50/70

Chapa n.º: 9619







**Fig. n.º 77. Célula folicular de um folículo de Graaf do ovário do Criceto dourado com quarenta e dois dias de idade.**

A micrografia electrónica mostra no citoplasma (C) de uma célula folicular (F) de um folículo de Graaf, em início de atresia, a inclusão redonda (I).

Fixação: Glutaraldeído/Tetróxido de ósmio  
Inclusão: Epon<sub>812</sub>  
Coloração: Acetato de uranilo/Citrato de chumbo  
Ampliação: 48 000 ×  
Bloco n.º: 152/69  
Chapa n.º: 8315

**Fig. n.º 78. Célula folicular de um folículo de Graaf do ovário do Criceto dourado com quarenta e seis dias de idade.**

A micrografia electrónica mostra no citoplasma (C) de uma célula folicular (F) de um folículo de Graaf, em início de atresia, a inclusão redonda (I).

Fixação: Glutaraldeído/Tetróxido de ósmio  
Inclusão: Epon<sub>812</sub>  
Coloração: Acetato de uranilo/Citrato de chumbo  
Ampliação: 48 000 ×  
Bloco n.º: 283/70  
Chapa n.º: 4591

**Fig. n.º 79. Célula folicular de um folículo de Graaf do ovário do Criceto dourado com cinquenta dias de idade.**

A micrografia electrónica mostra no citoplasma (C) de uma célula folicular (F) de um folículo de Graaf, em início de atresia, a inclusão redonda (I).

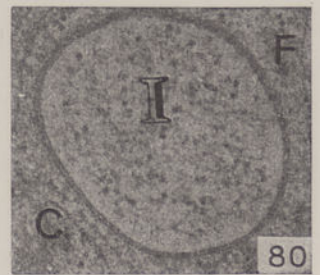
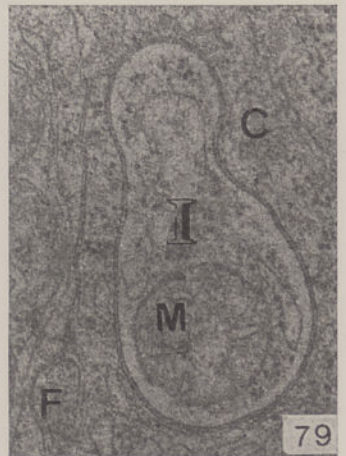
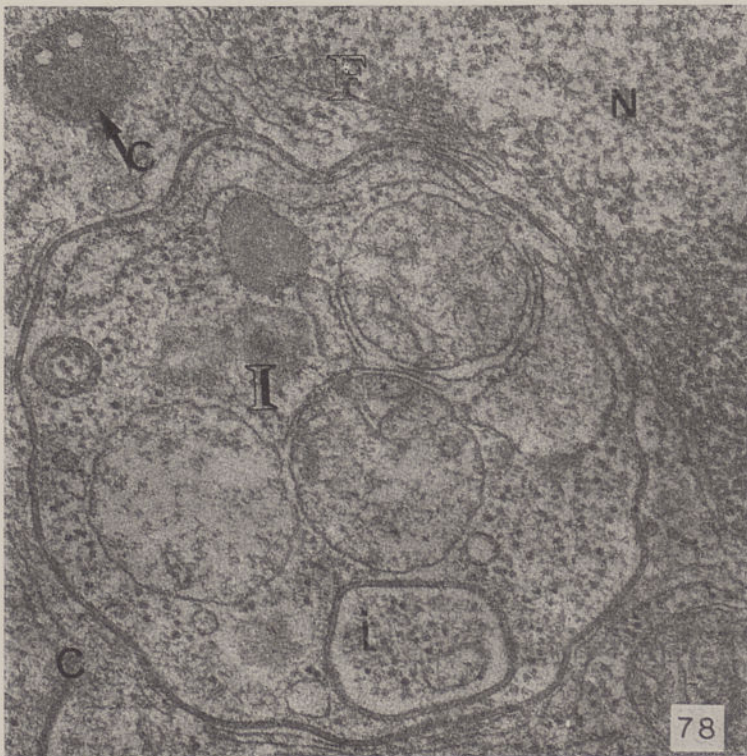
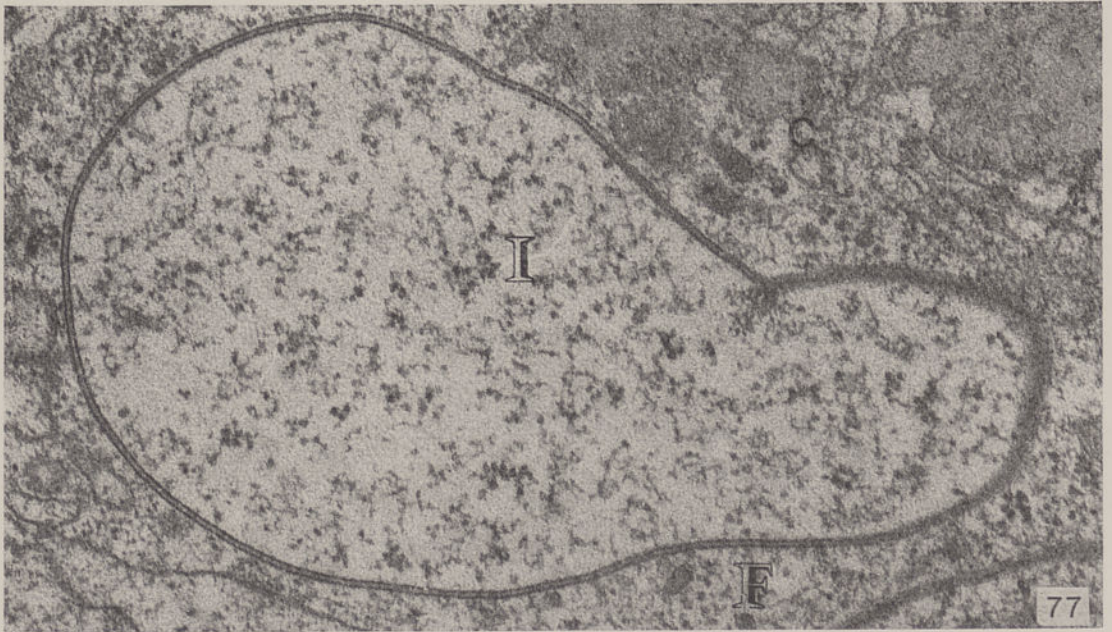
Fixação: Glutaraldeído/Tetróxido de ósmio  
Inclusão: Epon<sub>812</sub>  
Coloração: Acetato de uranilo/Citrato de chumbo  
Ampliação: 18 000 ×  
Bloco n.º: 229/70  
Chapa n.º: 9581

**Fig. n.º 80. Célula folicular de um folículo de Graaf do ovário do Criceto dourado com cinquenta e quatro dias de idade.**

A micrografia electrónica mostra no citoplasma (C) de uma célula folicular (F) de um folículo de Graaf, em início de atresia, a inclusão redonda (I).

Fixação: Glutaraldeído/Tetróxido de ósmio  
Inclusão: Epon<sub>812</sub>  
Coloração: Acetato de uranilo/Citrato de chumbo  
Ampliação: 18 000 ×  
Bloco n.º: 355/70  
Chapa n.º: 9570





**Fig. n.º 81. Folículo de Graaf atrésico do ovário do Criceto dourado com cinquenta e oito dias de idade**

A presente micrografia electrónica mostra uma célula folicular (F) de um folículo de Graaf em degenerescência. O núcleo (N) é picnótico e no citoplasma observam-se várias inclusões muito densas (I), dilatação do retículo endoplásmico liso e rugoso e vacuolização das mitocôndrias.

Fixação: Glutaraldeído/Tetróxido de ósmio

Inclusão: Epon<sub>812</sub>

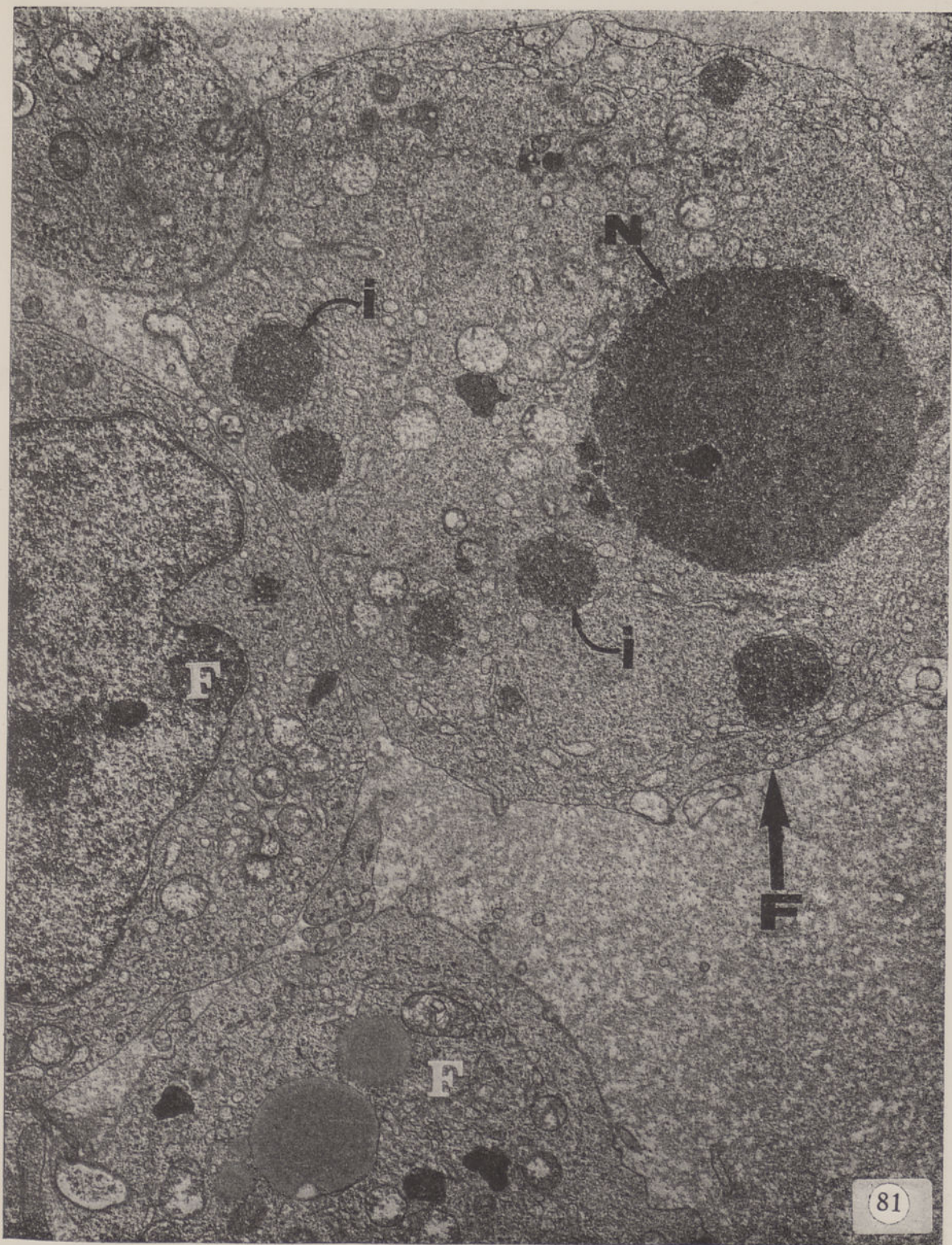
Coloração: Acetato de uranilo/Citrato de chumbo

Ampliação: 10 500 ×

Bloco n.º: 202/70

Chapa n.º: 9607









## D. Discussão

No presente trabalho, ovogénese no Criceto dourado (*Mesocricetus auratus*), verificou-se que as células germinais sofrem alterações morfológicas e estruturais. A discussão tem como objectivo interpretar essas transformações em cada um dos estados do desenvolvimento das células germinais, com base na organização estrutural da célula diferenciada normal.

O grau de confiança na morfologia ultra-estrutural apresentada pelas células germinais nos diversos estados da ovogénese, após a utilização das técnicas usadas (ver capítulo B.), foi determinado tendo em consideração o que é aceite pela generalidade dos autores. Se os aspectos ultra-estruturais encontrados são regulares e ordenados interpretam-se como resultantes de uma organização pré-formada e não de uma organização criada artificialmente (123). Efectivamente, e de acordo com este princípio, das presentes observações ressalta que a técnica utilizada conserva bem a morfologia do ovário do Criceto dourado em qualquer das idades estudadas.

Dividiu-se a presente discussão por uma questão didáctica em quatro partes: D. 1. Componentes nucleares das células germinais; D. 2. Componentes citoplásmicos das células germinais; D. 3. Componentes núcleo-citoplásmicos das células foliculares e zona pelúcida;

e D. 4. Temas relacionados com a ovogénese (as pontes intercelulares e a atresia).

## D.1. Componentes nucleares das células germinais

### D.1.1. Cromatina e Cromosomas

O núcleo das ovogónias em interfase é constituído por material fibrilar disperso ao acaso no nucleoplasma e está organizado sob duas formas: muito denso aos electrões (heterocromatina) e pouco denso aos electrões (eucromatina), figuras n.<sup>os</sup> 3 e 4.

O termo cromatina usa-se para indicar o material cromosómico quando não é possível reconhecer cromosomas individualizados (118). A cromatina inactiva, heterocromatina, é constituída quase exclusivamente por DNA e histonas, formando o complexo DNA-histonas; a cromatina activa contém grande variedade de proteínas não histónicas que, uma vez combinadas com as proteínas histónicas, funcionam como desrepressores do DNA (118). Estudos de autorradiografia ao microscópio electrónico demonstraram que a maior parte da síntese de RNA ocorre nas regiões eucromáticas da cromatina e pequena quantidade é sintetizada nas áreas heterocromáticas (45). O conhecimento da estrutura da cromatina inactiva e activa é necessário para se compreenderem as funções dos cromosomas. Os cromosomas têm duas funções principais: manter e replicar a informação genética contida no DNA (118). Esta informação é transcrita, na altura devida e na sequência adequada, para os tipos específicos de RNA que dirigem a síntese de proteínas.



Os ovócitos em estado de leptóteno, semelhantes em tamanho e forma às ovogónias, contêm cromatina organizada, cromosomas leptoténicos. Os cromosomas leptoténicos são constituídos por uma zona central mais densa de 17-20 nm de espessura à qual estão ligadas fibrilas de pequeno tamanho e espessura susceptíveis de se confundirem com o nucleoplasma (figuras n.<sup>os</sup> 7, 8 e 9). É evidente que a modificação que ocorreu consistiu na ordenação da cromatina num número diplóide de filamentos cromosómicos. Baker e col. (12 e 13), Wollam e col. (163) mostraram que o material fibrilar que rodeia a zona central do cromosoma leptoténico está organizado em pequenos tufos «tufts» fibrilares intimamente associados num extremo com a zona central do cromosoma, projectando-se lateralmente a partir dela. Aspectos semelhantes observam-se nas figuras n.<sup>os</sup> 7, 8 e 9. Provavelmente esta morfologia é semelhante à dos cromosomas plumosos dos ovócitos dos Anfíbios.

Os núcleos em estado de zigóteno apresentam filamentos com morfologia ultra-estrutural semelhante à do estado leptóteno, mas emparelhados. Formam uma estrutura dupla, na qual se observa um intervalo quase transparente aos electrões de 75 nm de espessura entre os dois elementos (figuras n.<sup>os</sup> 11 e 12). É provável que esta morfologia corresponda ao emparelhamento meiótico.

Os núcleos dos ovócitos em estado de paquíteno apresentam complexos sinápticos. Moses (102 e 103) verificou ao microscópico electrónico que os cromosomas em estado de zigóteno e paquíteno formavam estruturas lineares, densas, tripartidas, às quais deu o nome de complexos sinápticos. Posteriormente encontraram-se complexos sinápticos nas células meióticas masculinas e femininas de animais e plantas (126). Ora, nos ovócitos do Criceto dourado, o complexo sináptico é também constituído por



três elementos lineares, densos, paralelos, uniformemente distanciados (figuras n.<sup>os</sup> 14 e 15). O elemento central, centro sináptico, de 18-22 nm de espessura é menos denso que os laterais ou externos. Os elementos laterais têm 50-65 nm de espessura cada um, estão ligados ao central por numerosas fibrilas de 10 nm de espessura e distam dele 150-200 nm. Nas figuras n.<sup>os</sup> 14 e 15 observam-se complexos sinápticos associados por um dos extremos à membrana nuclear interna do invólucro nuclear. A membrana nuclear interna aparece mais densa no sítio da associação do que habitualmente, o espaço perinuclear é mais reduzido e não existem poros a esse nível. Não há provas para explicar o papel desta íntima associação.

A função do complexo sináptico é pouco conhecida. A hipótese (126) de que o crossing-over genético ocorre no complexo sináptico e que foi sugerida pela presença dos filamentos transversais que ligam os elementos laterais ao central é possível. Contudo, é necessário provar que o DNA ocorre entre as moléculas proteicas da face de emparelhamento. Para isso é necessário que a informação morfológica seja completada com estudos histoquímicos e autorradiográficos.

O núcleo dos ovócitos em estado de diplóteno apresenta cromosomas com morfologia semelhante aos cromosomas plumosos «lampbrush chromosomes» (10, 13 e 33). Tais cromosomas possuem uma parte central densa aos electrões envolvida por material fibrilar a formar ansas (figuras n.<sup>os</sup> 17 e 18).

Gall e Callan (46) demonstraram, por autorradiografia, que as ansas dos cromosomas plumosos são sítios de activa incorporação de uridina tritiada (indicando síntese de RNA) e da fenilalanina tritiada (indicando síntese de proteínas). É provável que a função dos cromosomas em estado diplóteno seja idêntica, o que pode ser confirmado



nas figuras n.<sup>os</sup> 17 e 18 em que a matriz citoplásmica dos ovócitos se encontra mais desenvolvida do que nos estados precedentes; tem maior quantidade de retículo endoplásmico rugoso, polisomas, mitocôndrias e elementos do aparelho de Golgi, constituintes indispensáveis à síntese de proteínas.

A morfologia nuclear do estado diplóteno é substituída pela do estado dictióteno nos ovócitos dos folículos unilaminar, bilaminar e multilaminar. O núcleo nestes estados do folículo (figuras n.<sup>os</sup> 22, 29 e 36) não tem estruturas cromosômicas resolúveis, mas sim o aspecto de um núcleo em estado metabolicamente activo. A explicação desta transição é desconhecida.

É provável que devido às exigências metabólicas das células no período de crescimento dos folículos ováricos os cromosomas se despiralizem e se tornem eucromáticos. Esta hipótese é confirmada pela morfologia do núcleo nos estados unilaminar, bilaminar e multilaminar do folículo cujo nucleoplasma é constituído na sua maior parte por eucromatina e onde dificilmente se observam massas de heterocromatina (figuras n.<sup>os</sup> 22, 29 e 36).

### D.1.2. Nucléolo

O nucléolo sofre alterações morfológicas, em duas fases distintas da ovogénese, no Criceto dourado. Uma que se inicia com o começo da ovogénese e termina no estado bilaminar do folículo (figuras n.<sup>os</sup> 3, 4, 11, 12, 17, 18, 24 e 29) e outra que aparece no estado multilaminar (figura n.<sup>o</sup> 36) e prossegue até ao estado do folículo de Graaf.

Na primeira fase, o nucléolo sofre hipertrofia mas a estrutura não se altera pois continua a apresentar os três

componentes morfológicos, referenciados pelos algarismos 1, 2 e 3. O componente 1 é de natureza fibrilo-granular pouco denso aos electrões e ocupa a maior parte da estrutura do nucléolo; o componente 2 quase transparente aos electrões, semelhante ao nucleoplasma, preenche as numerosas áreas do nucléolo (vacúolos nucleolares) e o componente 3, de natureza exclusivamente fibrilar, é muito denso aos electrões, e ocupa as áreas mais periféricas do componente 1. Heitz (66) foi o primeiro a notar que os nucléolos se encontram estreitamente relacionados com cromosomas específicos. Este conceito foi confirmado e elaborado por McClintock (93) que demonstrou que o nucléolo no milho está associado a um locus cromosómico específico que designou «corpo organizador do nucléolo». Perry (112) refere que a região do organizador nucleolar contém cistrões (genes) que codificam ambos os RNA ribosómicos (18 S e 28 S) que são transferidos para as subunidades ribosómicas do citoplasma. Os componentes nucleolares referenciados com os algarismos 1 e 3 são semelhantes aos referidos na literatura como organizadores nucleolares e o componente 2 como sistema intranucleolar de cavidades nucleolares intercomunicantes (27). De acordo com as presentes observações, aumento gradual de tamanho dos três componentes nucleolares e simultâneo aumento dos elementos citoplásmicos envolvidos na biossíntese das proteínas, é provável que neste animal os componentes 1 e 3 sejam de facto os organizadores nucleolares e o componente 2 se relacione com a acumulação dos produtos nucleolares sintetizados.

Na segunda fase o nucléolo deixa de apresentar a morfologia anterior. Aparece homogéneo, com aspecto tipicamente fibrilar (figura n.º 36). Esta transformação deve-se provavelmente ao desenrolamento dos grânulos do componente 1 e à acumulação no componente 2 de material



nucleolar, certamente resultante da actividade do organizador nucleolar.

### D.1.3. Invólucro nuclear e Nucleoplasma

A ultra-estrutura do invólucro nuclear (membranas nucleares interna e externa, espaço perinuclear, poros, material anular e lamela densa interna) das células germinais nos diferentes estados da ovogénese no *Criceto dourado* é semelhante aos das células diferenciadas normais (figuras n.ºs 3, 4, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 14, 17, 22, 23, 29, 36 e 49). Contudo, o invólucro nuclear apresenta algumas características próprias: 1) ligação da membrana nuclear interna ao complexo sináptico (figuras n.ºs 14 e 15); a membrana nuclear interna mostra a este nível um aumento de densidade e rigidez aparente; o espaço perinuclear é mais reduzido e não existem poros. Não existem provas para explicar a função desta íntima associação; 2) nucléolos muito próximos quase em contacto com o invólucro nuclear (figuras 7, 8, 22, 29 e 36); esta associação transitória nucléolo-invólucro nuclear é provável que esteja relacionada com a transferência de material nucleolar para o citoplasma; 3) lamela densa interna muito reduzida e grande número de poros (figuras n.ºs 3, 4, 7, 8, 9, 11, 12, 14 e 17) que estão de acordo com o estado metabólico das células germinais.

A associação de todas estas características com o desenvolvimento gradual da matriz e dos organelos citoplásmicos e o aparecimento de grupos de mitocôndrias (figura n.º 23) junto ao invólucro nuclear, sugere trocas núcleo-citoplásmicas bastante intensas durante a ovogénese.

O nucleoplasma é, em todos os estados da ovogénese, homogéneo e transparente aos electrões.

## D.2. Componentes citoplásmicos das células germinais

### D.2.1. Mitocôndrias

As mitocôndrias das ovogónias e dos primeiros estados da profase meiótica encontram-se dispersas ao acaso na matriz citoplásmica; apresentam a forma e ultra-estrutura habituais, embora algumas desenvolvam no interior áreas quase transparentes aos electrões. Estas áreas aparecem no interior das cristas mitocondriais (espaço intracrista), têm forma triangular e são idênticas às designadas na literatura Anglo-Saxónica por «mitochondrial vacuoles» (160).

A ocorrência de vacúolos intramitocondriais foi referida pela primeira vez por Yamada e cols. (164); subsequentemente por Chiquoine (25); Parsons (111); Odor e col. (108 e 109); Hadek (61); Wischnitzer (160) e Weakley (151 e 152). Wischnitzer sugere que os vacúolos intramitocondriais são consequência da dilatação das cristas mitocondriais, formando-se uma cavidade de configuração triangular que aumenta progressivamente de tamanho. Ora este aspecto foi realmente encontrado neste estudo. Observa-se nas figuras n.<sup>os</sup> 8, 11, 17 e 59.

O significado funcional dos vacúolos intramitocondriais permanece obscuro. Hadek (61) relacionou-os com as necessidades metabólicas da célula o que é provável pois as células germinais apresentam nesta altura do desenvolvimento grande actividade metabólica.



Poderia pensar-se que os vacúolos intramitocondriais representam artefactos de fixação, o que não é provável, pois vacúolos intramitocondriais não se observam nas mitocôndrias das células foliculares da mesma idade, como seria de esperar.

No período folicular (estado unilaminar, bilaminar e multilaminar) o citoplasma contém grande número de mitocôndrias organizadas em grupos de dois a dez elementos à volta de material granular denso (substância intermitocondrial) e são semelhantes aos descritos na literatura Anglo-Saxónica por «clusters of mitochondria» (105, 142 e 151).

O significado destes grupos não é conhecido. Alguns autores (142 e 151) interpretam-nos como estruturas ligadas à replicação mitocondrial, o que não admira, uma vez que as mitocôndrias, organelos auto-replicativos, não sintetizam todas as proteínas que a constituem (157). Sendo assim, é provável que a substância intermitocondrial contenha o material necessário para a síntese de proteínas estruturais e receba do núcleo a informação genética para codificar as proteínas enzimáticas. A apoiar esta hipótese é comum observar (figuras n.<sup>os</sup> 30, 31, 32 e 33) grupos de mitocôndrias com maior número de elementos.

No estado de folículo de Graaf as mitocôndrias deixam de existir em grupos e aparecem dispersas aleatoriamente por toda a matriz citoplásmica (figuras n.<sup>os</sup> 50 e 51). As cristas desaparecem quase totalmente e a matriz torna-se mais densa.

Aspectos morfológicos semelhantes são também referidos na literatura (166) e os autores relacionam-nos com uma actividade metabólica reduzida dos ovócitos nesta altura do desenvolvimento das células germinais.

### D.2.2. Corpos grânulo-fibrilares

Os corpos grânulo-fibrilares foram observados apenas no citoplasma dos ovócitos em estado de diplóteno e em estado unilaminar do folículo (figuras n.ºs 18, 25 e 27). São estruturas redondas de 1-3  $\mu\text{m}$  de diâmetro, densas aos electrões, sem membrana limitante, constituídas por grânulos (7 nm de espessura) e fibrilas da mesma espessura.

A origem e função dos corpos grânulo-fibrilares são desconhecidas. Weakley (156) demonstrou que os corpos grânulo-fibrilares têm RNA e proteínas básicas. Sugeriu a hipótese de que representam o armazenamento de RNA mensageiro inactivo sintetizado durante o estado de cromosoma plumoso para ser utilizado nas primeiras fases da embriogénese. Acontece porém que os corpos grânulo-fibrilares deixam de se observar na matriz citoplásmica dos ovócitos a partir do estado bilaminar do folículo. Weakley (157) assemelha os corpos grânulo-fibrilares à substância intermitocondrial. É possível que tenham a mesma composição química, mas a associação morfológica dos corpos grânulo-fibrilares com as mitocôndrias nunca foi encontrada no presente trabalho.

### D.2.3. Retículo endoplásmico liso e rugoso

O retículo endoplásmico liso e rugoso estão presentes em quantidades diferentes na matriz citoplásmica das células germinais nos diversos estados da ovogénese. É possível marcar dois períodos no seu desenvolvimento. Um que se inicia no estado de ovogónia e termina no estado de diplóteno e outro que se inicia no estado do folículo unilaminar e termina no estado do folículo de Graaf.



No primeiro período observa-se (figuras n.ºs 3, 4, 7, 8, 9, 12 e 17) retículo endoplásmico liso e rugoso predominantemente vesicular, isto é, vesículas redondas ou ovais com conteúdo quase transparente aos electrões em grande quantidade e pequeno número de cisternas.

No segundo período existe maior quantidade de retículo endoplásmico rugoso que retículo endoplásmico liso. O retículo endoplásmico rugoso aparece sob a forma de cisternas alongadas (figuras n.ºs 30, 31, 32, 33, 37, 38, 46 e 50) dispersas aleatoriamente por toda a matriz citoplásmica e o retículo endoplásmico liso continua vesicular.

Observa-se, no citoplasma dos ovócitos dos folículos unilaminares, uma associação entre o retículo endoplásmico rugoso e as mitocôndrias (figura n.º 26). Szollosi (140) interpreta esta associação morfológica, afirmando que as mitocôndrias fornecem ao retículo endoplásmico rugoso energia necessária para a sua actividade sintética. É provável que realmente assim seja.

A função do retículo endoplásmico rugoso está ligada à síntese proteica e ao transporte intracelular (48). Portanto, é plausível que a evolução do retículo endoplásmico rugoso, de domínio vesicular, para o de cisternas alongadas se deva ao aumento da actividade metabólica dos ovócitos durante o período folicular.

#### D.2.4 Lamelas citoplásmicas

As lamelas citoplásmicas aparecem designadas na literatura Anglo-Saxónica por redes paracrystalinas «paracrystalline lattices» (136), espirais citoplásmicas «cytoplasmic whorls» (62), filamentos «filaments» (151) e lamelas citoplásmicas «cytoplasmic lamellae» (153).

Uso a designação de lamelas citoplásmicas por ser a

mais generalizada e estar de acordo com o aspecto que se mostra nas figuras n.ºs 30, 31, 32, 33, 37, 50 e 51. Foram observadas somente a partir do estado bilaminar do folículo. Aparecem como fiadas de elementos simples e duplos a formar lamelas simples e duplas, respectivamente, que se encontram dispersas ao acaso por toda a matriz citoplásmica.

A origem das lamelas citoplásmicas é desconhecida. Acontece porém que no citoplasma dos ovócitos dos folículos bilaminares (figuras n.ºs 31 e 32) e multilaminares (figuras n.ºs 45 e 46) do Criceto dourado se observam cisternas de retículo endoplásmico rugoso contendo no interior um a três elementos densos, de morfologia semelhante aos elementos simples das lamelas citoplásmicas; isto sugere-me que a origem das lamelas citoplásmicas, pelo menos no Criceto dourado, está relacionada com o retículo endoplásmico rugoso, o que não surpreende, pois as lamelas citoplásmicas são de natureza proteica (153) e as proteínas por sua vez são sintetizadas ao nível do retículo endoplásmico rugoso (32 e 48). É provável que as proteínas, uma vez sintetizadas, sofram no interior das cisternas um processo de polimerização e originem os elementos simples das lamelas citoplásmicas.

Ignora-se a função das lamelas citoplásmicas, embora se possam relacionar com uma reserva de material necessário nas fases finais da ovogénese, altura em que a síntese proteica decai (154 e 167).

#### D.2.5. Ribosomas

A quantidade de ribosomas livres e polisomas no citoplasma das ovogónias do Criceto dourado, quando comparada com os estados seguintes da ovogénese, é diminuta.



Aumentam gradualmente até ao estado de folículo multilaminar para diminuir no estado do folículo de Graaf, o que está de acordo com o desenvolvimento das células germinais, pois o ovócito cresce gradualmente e atinge quase o tamanho definitivo no estado do folículo multilaminar. A partir deste estado a síntese proteica do ovócito diminui (167).

### D.2.6. Lamelas aneladas

Na literatura Anglo-Saxónica (161) existem várias designações para estas estruturas: lamelas periódicas «periodic lamellae», cisternas fenestradas «fenestrated cisternae», membranas fenestradas «fenestrated membranes», lamelas fenestradas «fenestrated lamellae», membranas secundárias «secondary membranes», membranas perfuradas «pitted membranes» e lamelas aneladas «annulate lamellae». Preferi a de lamelas aneladas por ser a que melhor caracteriza a estrutura que aparece na matriz citoplásmica dos ovócitos em estado multilaminar (figuras n.ºs 41, 42, 43 e 44) e folículo de Graaf (figuras n.ºs 54, 55, 56, 57 e 58), constituída por pilhas de 4 a 20 elementos. Cada elemento é formado por duas membranas relativamente paralelas, separadas por um intervalo de 30-40 nm e interrompidas ao longo da sua superfície por numerosos poros.

A origem das lamelas aneladas é desconhecida. Todavia, a semelhança estrutural entre os elementos das lamelas aneladas e o invólucro nuclear, sugeriu a Kessel (78, 79 e 80) a hipótese das lamelas aneladas se originarem do invólucro nuclear. Este autor demonstrou citologicamente que existem dois processos de formação das lamelas aneladas a partir do invólucro nuclear. Num a membrana



externa do invólucro nuclear forma inicialmente estreitas projecções digitiformes que se destacam sob a forma de vesículas para o ectoplasma onde se dispõem linearmente, achatando-se e acabando por formar os elementos típicos das lamelas aneladas; no outro as lamelas aneladas originam-se por uma duplicação do invólucro nuclear.

Acontece que no presente trabalho nunca se observaram aspectos morfológicos idênticos aos descritos por Kessel. Como se observaram com certa frequência cisternas de retículo endoplásmico rugoso dispostas paralelamente umas às outras (figuras n.<sup>os</sup> 41, 42, 43 e 44) em que os ribossomas aderentes à superfície deixavam de se observar à medida que se diferenciavam em lamelas aneladas, formando as pilhas características, sugere-se que as lamelas aneladas no *Criceto dourado* se originem do retículo endoplásmico rugoso.

Com base nas hipóteses de alguns autores de que o retículo endoplásmico se origina do invólucro nuclear (133) e de que o invólucro nuclear se origina do retículo endoplásmico (48), as hipóteses de formação das lamelas aneladas a partir do invólucro nuclear e a apresentada no presente estudo podem conciliar-se, sendo o retículo endoplásmico rugoso o intermediário na formação das lamelas aneladas.

A semelhança estrutural das lamelas aneladas com o invólucro nuclear sugere também uma função estreitamente associada (133). As provas de que as lamelas aneladas contêm ribossomas levaram Swift (143) a propor que as lamelas aneladas exercem a sua função na transferência e acumulação da informação genética do núcleo.

Como as lamelas aneladas se observam predominantemente nas células embrionárias, germinais e neoplásicas, Wischnitzer (161) emitiu a opinião de que devem estar ligadas com a síntese de proteínas.

Como no presente trabalho somente se observam nos



estados finais da ovogénese (figuras n.ºs 41, 42, 43, 44, 54, 55, 56, 57 e 58) é provável que representem um «stock» de membranas com funções semelhantes à do invólucro nuclear, necessárias nas primeiras fases da embriogénese.

### D.2.7. **Corpos multivesiculares**

Designa-se como corpo multivesicular a estrutura citoplásmica que aparece como uma vesícula redonda ou oval de 100-600 nm de diâmetro, limitada por membrana simples, com várias vesículas mais pequenas (10-50 nm de diâmetro) no seu interior (figuras n.ºs 23, 48, 49 e 50).

Os corpos multivesiculares foram descritos pela primeira vez no citoplasma dos ovócitos por Yamada e cols. (164). Subsequentemente foram observados nos ovócitos de rato (106 e 125); coelho (18 e 61); cobaia (1 e 6); no macaco (71); Criceto dourado (107) e humano (131).

Os corpos multivesiculares estão presentes no ovócito dos folículos unilaminar (figura n.º 23), bilaminar (figura n.º 32), multilaminar (figura n.º 45) e folículo de Graaf (figura n.º 50). Geralmente observam-se na periferia do citoplasma e ocasionalmente na região perinuclear.

A origem e função dos corpos multivesiculares é desconhecida. Todavia, Hruban (74) sugere que os corpos multivesiculares são formados no aparelho de Golgi. Várias hipóteses têm sido propostas para explicar a função ou funções destas estruturas. Adams e Hertig (1) admitem que os corpos multivesiculares são os precursores dos grânulos corticais.

Como alguns autores (124) encontram fosfatase ácida nos corpos multivesiculares, é provável que tenham funções semelhantes aos lisosomas.

### D.2.8. Grânulos corticais

Os grânulos corticais são estruturas redondas com 200-500 nm de diâmetro, limitadas por membrana simples e densa aos electrões (figuras n.<sup>os</sup> 37 e 38). A existência de grânulos densos no córtex dos ovócitos de mamíferos foi demonstrada pela primeira vez em contraste de fase por Austin (8). Foram designados por grânulos corticais por terem morfologia e localização semelhante aos observados no córtex dos ovos dos invertebrados (36).

Foram observados, no presente trabalho, apenas nos ovócitos dos folículos multilaminares e de Graaf próximo da membrana celular.

Devido à sua origem a partir do aparelho de Golgi (135, 137 e 166), a uma actividade fosfatásica ácida elevada (63), quimicamente PAS positivos (164) e positivos à reacção do vermelho de ruténio (137), a maioria dos autores formula a hipótese de que os grânulos corticais devem representar o complemento lisosómico dos ovócitos e dos óvulos.

Outros autores (139 e 164) sugerem que a função dos grânulos corticais está relacionada com a fertilização; verificaram que os grânulos corticais libertavam, na altura da fecundação, o seu conteúdo para a periferia celular; tal conteúdo ligava-se à membrana vitelina para formar uma barreira à ulterior penetração de espermatozóides. Este facto parece estar de acordo com as presentes observações (figuras n.<sup>os</sup> 37 e 38) que revelam a presença de grânulos corticais nos últimos estados da ovogénese junto da membrana vitelina.



### D.2.9. Aparelho de Golgi

Nas células germinais do Criceto dourado o aparelho de Golgi existe sob a forma de complexos individuais e sob a forma de complexos individuais aglomerados (conglomerados de Golgi). Os complexos individuais observam-se em todos os estados da ovogénese excepto no estado do folículo unilaminar, em que são frequentes conglomerados de Golgi (figura n.º 26).

Vários autores (25 e 162) relacionam o aparecimento súbito de vários complexos de Golgi no estado do folículo unilaminar com a diferenciação da zona pelúcida. Efectivamente, também no Criceto dourado a zona pelúcida se observa pela primeira vez no estado do folículo unilaminar. Como a zona pelúcida é constituída por polissacáridos (97) e uma das funções do aparelho de Golgi é sintetizar polissacáridos (38) é provável que a diferenciação da zona pelúcida esteja relacionada com o aparelho de Golgi.

Nos estados do folículo bilaminar, multilaminar e de Graaf os complexos de Golgi dispersam-se pela matriz citoplásmica e aparecem sob a forma de complexos individuais junto da membrana celular dos ovócitos, isto é, próximo da zona pelúcida, o que favorece a hipótese precedente.

### D.3. Componentes núcleo-citoplásmicos das células foliculares e zona pelúcida

#### D.3.1. Células foliculares

No decurso da ovogénese do Criceto dourado, verifica-se que os ovócitos se desenvolvem até ao estado de zigóteno, independentemente do desenvolvimento das células foliculares. No estado de paquíteno as células foliculares diferenciam-se junto dos ovócitos e constituem no estado dictióteno uma camada única à volta do ovócito (estado unilaminar do folículo). Posteriormente, nos estados bilaminar, multilaminar e de Graaf o desenvolvimento do ovócito relaciona-se mais intimamente com o desenvolvimento das células foliculares e da zona pelúcida; observei que as células foliculares apresentavam uma organização estrutural própria das células em intensa actividade sintética e secretora, maior número de retículo endoplásmico rugoso, polisomas, elementos do aparelho de Golgi e mitocôndrias (figuras n.ºs 34, 40 e 53).

A partir do estado multilaminar observam-se entre as células foliculares áreas transparentes aos electrões, que provavelmente estão ligadas com a formação do antro folicular. A elaboração do líquido folicular está relacionada com a actividade secretora das células foliculares (167). Na matriz citoplásmica de algumas células foliculares no estado do folículo de Graaf, observam-se estruturas semelhantes aos corpos de Call-Exner (96 e 97). São estruturas circulares de 1000 nm de diâmetro, de parede densa e conteúdo transparente aos electrões; é provável que contenham líquido folicular (figura n.º 53).

A unidade funcional ovócito-células foliculares, nos



estados do folículo unilaminar, bilaminar, multilaminar e de Graaf está rodeada por uma membrana basal relativamente espessa—membrana de Slavjanski—(figuras n.<sup>os</sup> 21, 28, 34, 35 e 40), que provavelmente tem as mesmas funções que a zona pelúcida.

Os complexos de junção observados entre as células foliculares periovocitárias e o ovócito e entre as próprias células foliculares são, pelas suas características morfológicas, semelhantes às *zonula adhaerens* de acordo com os conceitos de Farquhar e Palade (37). Parecem desempenhar uma função mecânica e uma função de coordenação de diferenciação do folículo (5 e 97).

### D.3.2. Zona Pelúcida

Nos folículos ováricos do Criceto dourado, a zona pelúcida situa-se entre a membrana celular das células foliculares periovocitárias e a membrana celular do ovócito (figuras n.<sup>os</sup> 21, 22, 28, 30, 33, 35, 38, 48 e 51). A espessura da zona pelúcida é variável nos diferentes estados foliculares, indo de 100 nm no estado unilaminar do folículo (figura n.<sup>o</sup> 21) até 10000 nm no estado do folículo de Graaf (figuras n.<sup>os</sup> 48 e 51), onde atinge o tamanho definitivo.

Distinguem-se na zona pelúcida ao microscópio electrónico duas camadas, uma interna menos densa e outra externa mais densa aos electrões. A zona pelúcida é atravessada por microvilosidades ovocitárias e prolongamentos das células foliculares. As ovocitárias são numerosas e pequenas atingindo raramente o meio da zona pelúcida. Os prolongamentos foliculares são menos numerosos, mas estabelecem contacto com a membrana do ovócito, formando os complexos de junção do tipo *zonula adhaerens*

(figuras n.ºs 22 e 30). As microvilosidades aumentam a área das células facilitando a troca e absorção de substâncias.

A origem da zona pelúcida não é muito clara. Trujillo-Cenóz e Sotelo (148) defendem a hipótese de que a zona pelúcida é formada exclusivamente pelas células foliculares. Stegner e Wartenberg (131) sugerem que a zona pelúcida é originada concomitantemente pelas células foliculares e ovócito. Esta hipótese é plausível, pois tanto o ovócito como as células foliculares, durante a diferenciação da zona pelúcida, apresentam o aparelho de Golgi bastante desenvolvido.

A função da zona pelúcida é desconhecida. Como é um representante do glicocálice (14) é provável que tenha as mesmas funções.

#### **D.4. Temas relacionados com a ovogênese no Criceto dourado**

##### **D.4.1. Pontes intercelulares**

As pontes intercelulares observam-se no estado de ovogónia, no estado de leptóteno e zigóteno (figuras n.ºs 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68 e 69). São caracterizadas por apresentarem membrana unitária lateral, contínua com as membranas celulares de ambas as células participantes, uma banda de material denso de 40-60 nm na parte interna das membranas laterais e citoplasma com as mitocôndrias, o retículo endoplásmico rugoso e liso, os ribosomas e os elementos do aparelho de Golgi.

A origem das pontes intercelulares é desconhecida. Segundo Gondos e Zamboni (52) e Peters (113) as pontes



intercelulares são o resultado de uma incompleta citocinese, isto é, na telofase as duas células filhas não se separam completamente e permanecem ligadas por uma formação citoplásmica cilíndrica, conhecida em microscopia de luz por corpo mediano e em microscopia electrónica por ponte intercelular. Esta hipótese é de sustentar pois observam-se microtúbulos junto e no interior das pontes (figuras n.ºs 59 e 67), provavelmente resultantes da desagregação do fuso mitótico.

A função das pontes intercelulares é desconhecida. Todavia, Gondos e Zamboni (52) afirmam que as pontes intercelulares são responsáveis pela degenerescência das células germinais nos primeiros estados da ovogénese. Ruby e cols. (120) sugerem que as pontes intercelulares são fundamentais na sincronização da diferenciação celular nos primeiros estados da ovogénese. Peters (113) e Zamboni e Gondos (170) consideram as pontes intercelulares como responsáveis pela transferência de substâncias e organelos de uma célula para outra, implicando esta transferência uma deficiência na célula dadora e uma acumulação «stock» na célula receptora, que lhe permite manter a diferenciação durante a ovogénese.

A presença de organelos no citoplasma das pontes intercelulares (figuras n.ºs 59, 60, 61, 65 e 67) está de acordo com estes últimos autores. É provável que devido ao desenvolvimento rápido dos primeiros estados da ovogénese (ovogónia, leptóteno e zigóteno) haja necessidade de transferência de organelos e substâncias para prosseguir o desenvolvimento da célula germinal. Além disso as pontes intercelulares deixam de se observar a partir do estado de zigóteno, momento em que as células foliculares (fornecedoras de nutrientes) se dispõem pela primeira vez à volta dos ovócitos.

#### D.4.2. Degenerescência celular

O estudo ao microscópio electrónico da atresia ovocitária e folicular em várias espécies de animais, foi efectuada por Anderson e Beams (6), Blanchette (18), Hadek (63), Odor (106 e 109), Trujillo-Cenóz e cols. (148), Weakley (152), Vasquez-Nin e col., (149), Yamada e cols. (164), Zamboni e Mastroiani (168). Contudo, os conhecimentos respeitantes aos aspectos morfológicos da ultra-estrutura da atresia são bastante reduzidos.

Este pequeno capítulo sobre degenerescência das células germinais e foliculares só se justifica por ter sido útil para distinguir os ovócitos atresícos dos normais. Assim, quando encontrava ao microscópio electrónico sinais precoces de atresia, não estudava as células germinais como normais, mas sim como atresícas.

O processo degenerativo dos ovócitos inicia-se por alterações morfológicas da matriz e dos organelos citoplásmicos (figuras n.ºs 71, 72 e 73). O sinal mais precoce é o aparecimento na matriz citoplásmica de áreas sem organelos e de áreas com organelos vacuolizados. Os organelos que aparecem mais frequentemente vacuolizados são as mitocôndrias, o aparelho de Golgi e o retículo endoplásmico rugoso e liso.

As alterações nucleares só se observam após a desorganização do citoplasma, quando este se transforma em massas de material granular e membranoso onde não se distinguem estruturas (figuras n.ºs 71 e 73). As alterações nucleares mais precoces incidem sobre o nucléolo, que deixa de ter estrutura grânulo-fibrilar para se tornar picnótica, seguindo-se alterações da morfologia normal do invólucro nuclear, nucleoplasma e cromatina. O invólucro nuclear desintegra-se, o nucleoplasma desorganiza-se dei-



xando grandes espaços vazios entre massas muito densas de cromatina (figuras n.ºs 70 e 73).

Os aspectos morfológicos da atresia folicular caracterizam-se pelo aparecimento no citoplasma das células foliculares de inclusões redondas com o diâmetro de 1 000-4 000 nm, com conteúdo quase transparente aos electrões, ou com organelos e outras inclusões menores no seu interior, concomitantemente com a observação de alterações degenerativas do ovócito (figuras n.ºs 74, 75, 76, 77, 78, 79 e 80).

Em estados mais avançados de atresia folicular as células foliculares deixam de apresentar aquelas inclusões redondas, para apresentarem picnose nuclear e inclusões redondas muito densas com o diâmetro de 400-2 000 nm dispersas pela matriz citoplásmica (figura n.º 81).





## E. Resumo

A morfologia ultra-estrutural da ovogénese do Criceto dourado (*Mesocricetus auratus*) foi o objectivo principal da presente dissertação.

**Material e métodos.** O material utilizado (ovários do Criceto dourado) foi submetido à técnica de preparação de material biológico para microscopia electrónica; assim, depois de colhido foi seccionado e fixado em glutaraldeído a 3 % (tampão Millonig) e em tetróxido de ósmio a 2 % (tampão Millonig); incluído em Epon<sub>812</sub> e cortado num ultramicrotomo (Ultratome). Os cortes ultrafinos depois de corados (acetato de uranilo e citrato de chumbo) foram observados num Elmiskop 1 A a 80 Kv.

### FASE PRÉ-NATAL

**Ovogónias em interfase.** As ovogónias em interfase no Criceto dourado aparecem no 14.º e 15.º dia de gestação. O núcleo apresenta os seguintes constituintes: o invólucro nuclear, o nucleoplasma, a cromatina e os nucléolos. O invólucro nuclear é constituído pelas membranas nucleares interna e externa, espaço perinuclear, poros e lamela

densa interna. A cromatina aparece sob duas formas: grupos de fibrilas muito densas aos electrões (heterocromatina) e grupos de fibrilas menos densas (eucromatina) dispersos pelo nucleoplasma. Os nucléolos bastante densos, de forma redonda com 1,5-2  $\mu\text{m}$  de diâmetro apresentam estrutura do tipo fibrilo-granular.

O citoplasma contém em pequena quantidade mitocôndrias com e sem vacúolos, retículo endoplásmico liso e rugoso, polisomas e elementos do aparelho de Golgi.

**Ovogónias em mitose.** A maioria das ovogónias em mitose encontravam-se em metafase, o que leva a supor que as outras fases mitóticas sejam mais rápidas e portanto difíceis de observar. Os cromosomas em metafase mostram-se muito densos aos electrões e observam-se entre eles microtúbulos que representam porções do fuso mitótico. Na periferia do citoplasma das ovogónias em mitose observam-se mitocôndrias, retículo endoplásmico rugoso e liso, elementos do aparelho de Golgi, fragmentos do invólucro nuclear e ribosomas.

## FASE POST-NATAL

**Estado de leptóteno.** Os ovócitos em estado de leptóteno observam-se entre o 1.º e 3.º dia após o nascimento. O núcleo tem estrutura idêntica ao estado anterior, excepto a cromatina que está organizada em filamentos (cromosomas leptoténicos).

O citoplasma é semelhante ao citoplasma das ovogónias em interfase, aparecendo contudo maior número de mitocôndrias, de polisomas, de elementos do retículo endoplásmico liso e rugoso e do aparelho de Golgi.



**Estado de zigóteno.** Os ovócitos em estado de zigóteno observam-se entre o 3.º e 5.º dia após o nascimento. O núcleo apresenta os filamentos cromosômicos emparelhados, cromosomas zigoténicos.

A organização citoplásmica assemelha-se à do estado de leptóteno, embora apareçam mitocôndrias com vacúolos em maior número.

**Estado de paquíteno.** Os ovócitos em estado de paquíteno observam-se entre o 4.º e 7.º dia após o nascimento. O núcleo apresenta os complexos sinápticos ligados à membrana nuclear interna por um dos extremos.

O citoplasma tem morfologia semelhante à do estado de zigóteno, mas com maior número de mitocôndrias, polisomas e elementos vesiculares de retículo endoplásmico liso e rugoso.

**Estado de diplóteno.** Os ovócitos em estado diplóteno observam-se entre o 8.º e 11.º dia após o nascimento. Cada cromosoma individual (cromatídeo) no estado de diplóteno aparece como um filamento do qual emergem várias ansas (aspecto de cromosoma plumoso). O nucléolo é maior que nos estados anteriores, mas apresenta estrutura idêntica.

O citoplasma tem maior dimensão e contém mitocôndrias com e sem vacúolos, maior número de retículo endoplásmico rugoso e liso, elementos do aparelho de Golgi, polisomas e observam-se pela primeira vez os corpos grânulo-fibrilares e o centríolo.

**Estado unilaminar do folículo.** Entre o 12.º e 14.º dia após o nascimento diferencia-se o estado unilaminar do folículo. Durante este estado o ovócito em estado dictióteno da profase meiótica está envolvido por uma camada



de células foliculares achatadas ou cúbicas. Tem  $20 \mu\text{m}$  de diâmetro e o núcleo mede  $12 \mu\text{m}$ . O invólucro nuclear, a cromatina, o nucleoplasma e o nucléolo apresentam estrutura semelhante à do núcleo interfásico de uma célula diferenciada normal.

A matriz citoplásmica assim como o número de organelos aumentaram em relação ao estado anterior. Pela primeira vez se observam mitocôndrias dispostas em grupos, substância intermitocondrial, conglomerados de Golgi e corpos multivesiculares.

Entre a membrana celular do ovócito e as membranas celulares das células foliculares inicia-se a formação da zona pelúcida e observam-se complexos de junção do tipo *zonula adhaerens*.

As células foliculares têm núcleo alongado ou oval, estruturalmente constituído por invólucro nuclear, nucleoplasma, cromatina e nucléolo. Os organelos e estruturas citoplásmicas que se observam incluem mitocôndrias, retículo endoplásmico liso e rugoso, aparelho de Golgi, polissomas e inclusões lipídicas.

**Estado bilaminar do folículo.** Entre o 15.º e 20.º dia após o nascimento diferencia-se o estado bilaminar do folículo. Os ovócitos em estado dictióteno da profase meiótica são redondos com  $40 \mu\text{m}$  de diâmetro, possuem um núcleo de forma redonda com  $16 \mu\text{m}$  de diâmetro. O núcleo do ovócito é constituído pelo invólucro nuclear, nucleoplasma, cromatina e nucléolo, que têm morfologia semelhante à do estado anterior.

No citoplasma as mitocôndrias continuam em grupos, mas o número de mitocôndrias em cada grupo é maior. Os conglomerados de Golgi deixam de se observar e os aparelhos de Golgi aparecem nas zonas mais periféricas da matriz citoplásmica.



As lamelas citoplásmicas observam-se pela primeira vez na matriz citoplásmica.

O retículo endoplásmico rugoso é bastante abundante quando comparado com o estado anterior.

No interior de algumas cisternas de retículo endoplásmico rugoso observam-se fibrilas densas, com morfologia semelhante aos elementos simples das lamelas citoplásmicas.

A membrana celular do ovócito e a das células foliculares periovocitárias distam  $2 \mu\text{m}$  (zona pelúcida em diferenciação). A rodear o folículo observa-se a membrana de Slavjanski.

As células foliculares têm maior número de polissomas, retículo endoplásmico rugoso, mitocôndrias, inclusões lipídicas e elementos do aparelho de Golgi, que no estado anterior.

**Estado multilaminar do folículo.** Entre o 21.º e 26.ª dia após o nascimento diferencia-se o estado multilaminar do folículo. Os ovócitos em estado dictióteno da profase meiótica são redondos com  $70 \mu\text{m}$  de diâmetro, possuem um núcleo redondo excêntrico com  $22 \mu\text{m}$  de diâmetro. O núcleo mostra os seus constituintes com semelhante morfologia à do estado bilaminar.

No citoplasma encontram-se mitocôndrias distribuídas em grupos, lamelas citoplásmicas simples e duplas, corpos multivesiculares, aparelho de Golgi próximo da membrana celular, cisternas do retículo endoplásmico rugoso e polissomas. As lamelas aneladas com 4 a 6 elementos e os grânulos corticais aparecem pela primeira vez.

A zona pelúcida e a membrana de Slavjanski continuam em desenvolvimento.

As células foliculares são de forma prismática; contêm um núcleo redondo central, constituído por invólucro

nuclear, nucleoplasma, cromatina e nucléolo, que têm estrutura semelhante à do estado precedente. No citoplasma observam-se em maior número as mitocôndrias, os ribosomas, os polisomas, o retículo endoplásmico rugoso e os elementos do aparelho de Golgi.

**Estado do folículo de Graaf.** A partir do 26.º dia após o nascimento, diferencia-se o estado do folículo de Graaf. O ovócito em estado de pró-metáfase I da primeira divisão da meiose é redondo, com 80  $\mu\text{m}$  de diâmetro e possui um núcleo redondo excêntrico com 22  $\mu\text{m}$  de diâmetro.

No citoplasma observam-se as lamelas citoplásmicas duplas, as lamelas aneladas com 18-20 elementos, as mitocôndrias dispersas ao acaso pela matriz citoplásmica, o aparelho de Golgi localizado próximo da membrana celular, os grânulos corticais, os corpos multivesiculares, o retículo endoplásmico rugoso e os ribosomas.

A zona pelúcida e a membrana de Slavjanski atingiram o tamanho máximo, 10 e 2  $\mu\text{m}$ , respectivamente.

As células foliculares têm estrutura semelhante à do estado anterior, mas as mitocôndrias, o aparelho de Golgi, o retículo endoplásmico rugoso e os polisomas estão mais desenvolvidos.

## TEMAS RELACIONADOS COM A OVOGÊNESE

**Pontes intercelulares.** As pontes intercelulares observam-se apenas nos estados de ovogônia, de leptóteno e zigóteno. São caracterizadas por apresentarem: *a*) membrana unitária lateral, contínua com as membranas celulares de ambas as células germinais participantes; *b*) uma banda de material fibrilar denso de 40-60 nm de espessura na parte interna das membranas laterais e *c*) citoplasma



com as mitocôndrias, o retículo endoplásmico rugoso e liso, os ribosomas, os elementos do aparelho de Golgi e os microtúbulos.

**Atrésia.** Durante a ovogénese foram identificados dois períodos distintos de degenerescência. Um nos estados de paquíteno e de diplóteno — ovócito atrésico — que se caracteriza pela vacuolização dos organelos citoplásmicos, mitocôndrias, elementos do aparelho de Golgi, retículo endoplásmico liso e rugoso e pelo aparecimento no nucleoplasma de espaços vazios, transparentes aos electrões, entre massas de cromatina muito densas. Outro nos estados do folículo unilaminar, bilaminar, multilaminar e de Graaf — atrésia folicular — em que as células foliculares apresentam no citoplasma inclusões redondas ou ovais com o diâmetro de 1000-4000 nm que são concomitantes com o aparecimento de alterações degenerativas no ovócito. As inclusões são limitadas por duas membranas concêntricas, apostas, formando cinco camadas (três densas, cada uma separada por duas camadas transparentes aos electrões). Na maioria das vezes as inclusões apresentavam no seu interior organelos citoplásmicos em degenerescência.





## E. Summary

The main purpose of the present work is the study of the ultrastructural morphology of Oogenesis in the *Mesocricetus auratus*.

**Materials and Methods.** The material which was used (hamster ovaries) was fixed in 3 % glutaraldehyde (Milonig's buffer) followed by 2 % osmium tetroxide. After embedding in Epon 812 thin sections were cut at the Ultratome and stained with uranyl acetate-lead citrate. They were then observed in an Elmiskop 1 A (80 kv.).

### PRENATAL PHASE

**Interphase Oogonia.** The Oogonia at interphase are observed in fetal days 14 and 15. The nuclei of oogonia contains the nuclear envelope, the nucleoplasm, the chromatin and the nucleolus. The nuclear envelope comprises the following parts: inner and outer nuclear membranes, perinuclear space, pores and internal dense lamella. The chromatin appears under two forms: clumps of electron dense chromatin fibrils (heterochromatin) and the reticular network of the euchromatin. The nucleolus appears rather dense, round shaped, with a diameter of 1.5-2  $\mu\text{m}$  and exhibit a fibrillo-granular texture.

The cytoplasm contains few mitochondria with and without vacuoles, smooth and rough endoplasmic reticulum, polyribosomes and elements of the Golgi apparatus.

**Oogonia mitosis.** The most oogonia in the mitotic stage were in metaphase which probably indicates that the other mitotic phases are more rapid and therefore difficult to be found. The chromosomes in metaphase are very dense to the electrons and the microtubules seen among them represent portions of the mitotic spindle. At the periphery of the cytoplasm of the oogonia in mitotic stage, mitochondria, smooth and rough endoplasmic reticulum, Golgi apparatus elements, fragments of the nuclear envelope and ribosomes are observed.

## POSTNATAL PHASE

**The leptotene stage.** Between the 1<sup>st</sup> and 3<sup>rd</sup> postnatal days oocytes at the leptotene stage are observed. The nucleus is similar in structure to the interphase oogonia but it contains chromatin in which the fibrillar material is condensed in thread structures (leptotene-chromosomes).

The cytoplasm in oocytes at leptotene is similar to the one at interphase oogonia. However a larger number of mitochondria appears, as well as polyribosomes, smooth and rough endoplasmic reticulum, and Golgi apparatus.

**The Zygotene stage.** Between the 3<sup>rd</sup> and 5<sup>th</sup> postnatal days oocytes at the zygotene stage are observed. The nucleus contains paired chromosomal threads (zygotene chromosomes).



The cytoplasm in oocytes at zygotene stage is similar to that at leptotene, although a larger number of mitochondrial vacuoles appears.

**The pachytene stage.** Between the 4<sup>th</sup> and 7<sup>th</sup> postnatal days, oocytes at the pachytene stage are observed. The nucleus contains synaptonemal complexes ending at the inner nuclear membrane.

The cytoplasm in oocytes at pachytene stage is similar to that at zygotene stage, but with a still larger number of mitochondria, polyribosomes and vesicular elements of smooth and rough endoplasmic reticulum.

**The diplotene stage.** Between the 8<sup>th</sup> and 11<sup>th</sup> postnatal days, oocytes at the diplotene stage are observed.

Each individual chromosome (chromatid) at diplotene stage is seen as a thread from which several loops emerge (lumpbrush-like chromosomes). The nucleolus is larger than at previous stages, but with similar structure.

Mitochondria with and without vacuoles, smooth and rough endoplasmic reticulum, Golgi apparatus and polyribosomes, are more abundant. The granular-fibrillar cytoplasmic bodies and the centriole appear for the first time.

**The unilaminar follicle stage.** Between the 12<sup>th</sup> and 14<sup>th</sup> postnatal days the unilaminar follicle stage is differentiated. During this stage the oocytes, in the dictyate stage of meiotic prophase, are enclosed by a layer of flattened or cuboidal follicle cells. The oocyte is then 20  $\mu\text{m}$  in diameter, while its rounded nucleus measures up to 12  $\mu\text{m}$ . The nuclear envelope, the nucleoplasm, the chromatin and the nucleolus show a similar structure to that of an interphase nucleus of a differentiated cell.



The number of the organelles as well as the cytoplasmic matrix has increased compared to the previous stage. Mitochondria arranged in clusters, an electron dense inter-mitochondrial substance, Golgi conglomerates and multivesicular bodies, appear for the first time at this stage.

Between the plasma membrane of the oocyte and the plasma membranes of the follicular cells, the zona pellucida formation may be initiated and functional complexes of *zonula adhaerens* type are observed.

The nuclei of the follicular cells are elongate or oval with the following constituents: nuclear envelope, nucleoplasm, chromatin and the nucleolus. The cytoplasmic organelles observed include mitochondria, smooth and rough endoplasmic reticulum, Golgi apparatus, polyribosomes and lipid droplets.

**The bilaminar follicle stage.** Between the 15<sup>th</sup> and 20<sup>th</sup> postnatal days the bilaminar follicle stage is differentiated. During this stage the oocytes in the dictyate stage of meiotic prophase are enclosed by two layers of cuboidal cells. The oocyte is then 40  $\mu\text{m}$  in diameter, while its rounded nucleus measures up to 16  $\mu\text{m}$ . The fine structure of the nucleus oocyte shows the following constituents, still similar to the previous stage: the nuclear envelope, the nucleoplasm, the chromatin, and the nucleolus.

In the cytoplasm the mitochondria are also observed in clusters but the number of the mitochondria per cluster is larger. The Golgi conglomerates are no longer seen and the Golgi apparatus are present in the more peripheral regions of the cytoplasm.

Cytoplasmic lamellae were observed for the first time in bilaminar follicles stage, distributed in the regions of the cytoplasm.



The rough endoplasmic reticulum is more abundant than that at the unilaminar stage.

Cisternae of the rough endoplasmic reticulum contain in their interior from one to three fibrils with a morphology similar to the cytoplasmic lamellae.

The membrane of the oocyte and the plasma membranes of the nurse follicle cells are at a distance of  $2\ \mu\text{m}$  (Zona pellucida in differentiation). The Slavjanski membrane is observed encircling the bilaminar follicle.

The follicle cells have a greater number of polyribosomes, rough endoplasmic reticulum, mitochondria, lipid inclusions and Golgi apparatus than at the unilaminar stage.

**The multilaminar follicle stage.** Between the 21<sup>st</sup> and 26<sup>th</sup> postnatal days the multilaminar follicle stage is differentiated. During this stage the oocytes in the dictyate stage of meiotic prophase are round,  $70\ \mu\text{m}$  in diameter and its excentric rounded nucleus measures up to  $22\ \mu\text{m}$ . The fine structure of the nucleus oocyte shows the same pattern of constituents as in the bilaminar follicle stage.

In the cytoplasm, clusters of mitochondria are observed as well as simple and double cytoplasmic lamellae, multivesicular bodies, Golgi apparatus near the plasma membrane, cisternae of the rough endoplasmic reticulum, and polyribosomes. The annulate lamellae with 4 to 6 elements and the cortical granules make their appearance for the first time. The zona pellucida and the Slavjanski membrane still go on growing.

The follicle cells that have a prismatic shape contain a nucleus with the following constituents: nuclear envelope, nucleoplasm, chromatin and nucleolus, with similar

structure to the bilaminar stages. And in its cytoplasm a larger number of mitochondria, ribosomes, polyribosomes, rough endoplasmic reticulum and Golgi apparatus elements.

**The Graafian follicle stage.** From the 26<sup>th</sup> postnatal day on the Graafian follicle stage is differentiated. The oocyte is frequently seen at the prometaphase I stage of meiosis, it is round with a diameter of 80  $\mu\text{m}$  and contains an excentric round nucleus with a diameter of 22  $\mu\text{m}$ .

In the cytoplasm we can observe: double cytoplasmic lamellae, annulate lamellae (with 18 to 20 elements), mitochondria, Golgi apparatus, cortical granules, multivesicular bodies, rough endoplasmic reticulum and ribosomes.

At this stage the zona pellucida and the Slavjanski membrane reach the maximum size (10 and 2  $\mu\text{m}$  respectively).

The follicle cells have a structure similar to that at the multilaminar stage, but the mitochondria, the Golgi apparatus, the rough endoplasmic reticulum and the polyribosomes are more developed.

## OOGENESIS RELATED SUBJECTS

**Intercellular bridges.** The intercellular bridges are only observed in the oogonia and at the leptotene, and zygotene stages. They are characterized by presenting the following components: *a*) a unit-membrane, which is continuous with the cellular membranes of both the germinal cells; *b*) an intercellular fibrillar dense band, 40 to 60 nm in thickness, lying directly beneath the limiting membrane of the bridge and *c*) the cytoplasm with mitochondria, rough and smooth endoplasmic reticulum, ribosomes, elements of Golgi apparatus and microtubules.



**Atresia.** During the oogenesis of the hamster two stages of degeneration were identified: *one*, at pachytene and diplotene stages of atretic oocyte, it is characterized by the vacuolization of the cytoplasmic organelles, mitochondria, elements of Golgi apparatus, smooth and rough endoplasmic reticulum and by the appearance of empty spaces, which are transparent to the electrons, between the highly dense mass of chromatin in the nucleoplasm; *the other* was identified in the unilaminar, bilaminar, multilaminar and Graafian stages — atretic follicle — in which the follicle cells show round or oval inclusions in the cytoplasm with the diameter of 1000-4000 nm, with interior electron almost transparent contents. The inclusions are limited by two concentric apposed membranes, that form 5 layers (in the following order: dense, light, dense, light and dense). These inclusions are simultaneous with the appearance of the degenerative alterations in the oocyte.





## F. Bibliografia

1. ADAMS, E. C. e HERTIG, A. T. — *Studies on guinea pig oocytes. I. Electron microscopic observations on the development of cytoplasmic organelles in oocytes of primordial and primary follicles.* «J. Cell Biol.», 21, 397-427, 1964.
2. — — *Annulate lamellae in human oocytes in primordial and primary follicles.* «J. Cell Biol.», 27, 119-A, 234, 1965.
3. ADLER, S. — *Origin of the golden hamster Cricetus auratus as a laboratory animal.* «Nature», 162 (4), III, 256-7, 1948.
4. ANDERSON, E. — *The localization of acid phosphatase activity in developing oocytes and associated follicle cells of mammals.* «Anat. Rec.», 166, 271, 1970.
5. — *Intercellular junctions in the differentiating Graafian follicle of the mouse.* «Anat. Rec.», 169, 473, 1971.
6. — e BEAMS, H. W. — *Cytological observations on the fine structure of the guinea pig ovary with special reference to the oogonium, primary oocyte and associated follicle cells.* «J. Ultrastruct.», 3, 432-466, 1960.
7. — — CONDON, W., e SHARP, D. — *A study of oogenesis and early embryogenesis in the rabbit, Oryctolagus cuniculus, with special reference to the structural changes of mitochondria.* «J. Morph.», 130, 67-92, 1970.
8. AUSTIN, C. R. — *Cortical granules in hamster eggs.* «Exp. Cell Res.», 10, 535-540, 1956.
9. BACA, M., e ZAMBONI, L. — *The fine structure of human follicular oocytes.* «J. Ultrastruc. Res.», 19, 354-381, 1967.
10. BAKER, T. G. e FRANCHI, L. L. — *Lampbrush chromosomes in human oocytes.* «J. Anat. Lond.», 100, 702, 1966.
11. — — *Fine structure of the nucleus in the primordial oocyte of primates.* «J. Anat. Lond.», 100, 697-699, 1966.
12. — — *The fine structure of oogonia and oocytes in human ovaries.* «J. Cell Sci.», 2, 213-224, 1967.

13. BAKER, T. G. e FRANCHI, L. G. — *The fine structure of oogonia and oocytes in the rhesus monkey (Macaca mulatta)*. «Z. Zellforsch.», 126, 53-74, 1972.
14. BENNETT, H. S. — *The cell surface: components and configurations*. «Handbook of Molecular Cytology» (ed. Lima de Faria), 1260-1292, North Holland Publishing Company — Amsterdam, 1969.
15. BJERSING, L. — *On the ultrastructure of follicles and isolated follicular granulosa cells of porcine ovary*. «Z. Zellforsch.», 82, 173-186, 1967.
16. BJÖRKMAN, N. — *A study of the ultrastructure of the granulosa cells of the rat ovary*. «Acta Anat.», 51, 125-147, 1962.
17. BLACK, J. L., e ERICKSON, B. H. — *Oogenesis and ovarian development in the prenatal Pig*. «Anat. Rec.», 161, 45-56, 1968.
18. BLANCHETTE, E. J. — *A study of the fine structure of the rabbit primary oocyte*. «J. Ultrastruct. Res.», 5, 349-363, 1961.
19. BLAHA, G. C. — *Reproductive senescence in the female golden hamster*. «Anat. Rec.», 150, 405-412, 1964.
20. BORUM, K. — *Oogenesis in the mouse. A study of the meiotic prophase* «Exp. Cell Res.», 24, 495-507, 1961.
21. — *Oogenesis in the mouse: A study of the origin of the mature ova*. «Exp. Cell Res.», 45, 39-47, 1966.
22. BYSKOV, A. G. S. — *Ultrastructural Studies on the Preovulatory Follicle in the Mouse Ovary*. «Z. Zellforsch.», 100, 285-299, 1969.
23. CALLAN, H. G. — *Biochemical activities of chromosomes during the prophase of meiosis*. «Handbook of Molecular Cytology» (ed. Lima de Faria), 540-552, North Holland Publishing Company — Amsterdam, 1969.
24. CELESTINO DA COSTA, A., e CHAVES, P. R. — *Tratado Elementar de Histologia e Anatomia Microscópica*. Tomo I e II. 74-114 e 268-297, Livraria Luso-Espanhola. Lisboa, 1949.
25. CHIQUOINE, A. D. — *The development of the zona pellucida of the mammalian ovum*. «Amer. J. Anat.», 106, 149-170, 1960.
26. CHOUINARD, L. A. — *The extranucleolar bodies of the growing oocyte in the prepubertal mouse*. «J. Cell Biol.», 47, 34 a, 1970.
27. — *A light and electron microscope study of the nucleolus during growth of the oocyte in the prepubertal mouse*. «J. Cell Sci.», 9, 637-663, 1971.
28. CHRETIEN, FR. CH. — *Etude de l'origine, de la migration et de la multiplication des cellules germinales chez l'embryon de lapin*. «J. Embryol. exp. Morph.», 16, 3, 591-607, 1966.
29. COMINGS, D. E., e OKADA, T. A. — *Whole Mount Electron Microscopy of Meiotic Chromosomes and the Synaptonemal Complex*. «Chromosoma Berl.», 30, 269-286, 1970.



30. CRONE, M., LEVY, E., e PETERS, H. — *The duration of the premeiotic DNA synthesis in mouse oocytes.* «Exp. Cell Res.», 39, 678-688, 1965.
31. DAVIES, J. e BROADUS, C. D. — *Studies on the fine structure of ovarian steroid-secreting cells in the Rabbit. I. The normal interstitial cells.* «Am. J. Anat.», 123, 441-474, 1968.
32. DE MAN, J. C. H., e NOORDUYN, N. J. A. — *Ribosomes: properties and function.* «Handbook of Molecular Cytology» (Ed. Lima de Faria), 1079-1100, North Holland Publishing Company — Amsterdam, 1969.
33. DU PRAW, E. J. — *Organization of Genetic Material in Eukaryotic Chromosomes. Cell division.* 514-662, «Cell and Molecular Biology». Academic Press. New York, 1969.
34. EDWARDS, R. G. — *Meiosis in ovarian oocytes of adult mammals* «Nature» (Lond.), 196, 446-450, 1962.
35. — *Maturation in vitro of mouse, sheep, cow, pig, rhesus monkey, and human ovarian oocytes.* «Nature» (Lond.), 208, 349-351, 1965.
36. ENDO, Y. — *The role of the cortical granules in the formation of the fertilization membrane in eggs from Japanese sea urchins.* «Exp. Cell Res.», 25, 518-528, 1961.
37. FARQUHAR, M. G., e PALADE, G. E. — *Cell junctions in Amphibian skin.* «J. Cell Biol.», 26, 263-291, 1965.
38. FAVARD, P. — *The Golgi apparatus.* «Handbook of Molecular Cytology» (Ed. Lima de Faria), 1130-1155, North Holland Publishing Company — Amsterdam, 1969.
39. FAWCETT, D. W. — *Intercellular bridges.* «Exp. Cell Res., Suppl.», 8, 174-187, 1961.
40. — ITO, S., e SLAUTTERBACK, D. — *The occurrence of intercellular bridges in groups of cells exhibiting synchronous differentiation.* «J. Biophys. Biochem. Cytol.», 5, 453-460, 1959.
41. FLERKÓ, B., HAJÓS, F., e SÉTÁLÓ, GY. — *Electron microscopic observations on rat ovaries in different stages of development and steroidogenesis.* «Act. Morph. Acad. Sci. hung.», 15 (2), 163-183, 1967.
42. FRANCHI, L. L. — *Electron microscopy of oocyte-follicle cell relationships in the rat ovary.* «J. Biophys. Biochem. Cytol.», 7, 397-398, 1960.
43. — e MANDL, A. M. — *The ultrastructure of oogonia and oocytes in the foetal and neonatal rat.* «Proc. Roy. Soc. B.», 157, 99-114, 1962.
44. — — e ZUCKERMAN, S. — *The development of the ovary and the process of oogenesis.* «The Ovary» (Ed. S. Zuckerman, A. M. Mandl e P. Eckstein), vol. I, 1-88. Academic Press, New York. London. 1962.

45. FRENSTER, J. H. — *Biochemistry and molecular biophysics of heterochromatin and euchromatin*. «Handbook of Molecular Cytology» (Ed. Lima de Faria), 251-276, North-Holland Publishing Company — Amsterdam, 1969.
46. GALL, J. G. e CALLAN, A. G. — Cit. por J. Du Praw. «Cell and Molecular Biology», 548-553. Academic Press. New York, 1969.
47. GASSNER, G. — *Synaptinematic complexes: Recent findings*. «J. Cell Biol.», 35, 166-A, 334, 1967.
48. GOLDBLATT, P. J. — *The endoplasmic reticulum*. «Handbook of Molecular Cytology» (Ed. Lima de Faria), 1101-1128, North Holland Publishing Company — Amsterdam, 1969.
49. GONDOS, B. — *The ultrastructure of granulosa cells in the newborn rabbit ovary*. «Anat. Rec.», 165, 67-78, 1969.
50. — *Granulosa cell-germ cell relationship in the developing rabbit ovary*. «J. Embryol. Exp. Morph.», 23, 2, 419-426, 1970.
51. — e ZAMBONI, L. — *Electron microscopic studies of the embryogenesis and postnatal development of the rabbit ovary*. «J. Ultrastruct. Res.», 21, 162, 1967.
52. — — *Ovarian development: The functional importance of germ cell interconnections*. «Fertil. Steril.», 20, 176-189, 1969.
53. GRAVES, A. P. — *Development of the golden hamster *Cricetus auratus* Waterhouse, during the first nine days*. «Amer. J. Anat.», 77, 219-251, 1945.
54. GREENWALD, G. S. — *Analysis of superovulation in the adult hamster*. «Endocrinology», 71, 378-389, 1962.
55. — *Luteotropic complex of the hamster*. «Endocrinology», 80, 118-130, 1967.
56. — e PEPPLER, R. D. — *Prepubertal and pubertal changes in the hamster ovary*. «Anat. Rec.», 161, 447-458, 1968.
57. GURAYA, S. S. — *A histochemical study of pre-ovulatory and post-ovulatory follicles in the rabbit ovary*. «J. Reprod. Fert.», 15, 381-387, 1968.
58. — e GREENWALD, G. S. — *A histochemical study of the hamster ovary*. «Amer. J. Anat.», 116, 257-268, 1965.
59. HADEK, R. — *Electron microscope study on primary liquor folliculi secretion in the mouse ovary*. «J. Ultrastruct. Res.», 9, 445-458, 1963.
60. — *Submicroscopic study on the cortical granules in the rabbit ovum*. «J. Ultrastruct. Res.», 8, 170-175, 1963.
61. — *The structure of the Mammalian egg*. «Intern. Rev. Cytol.», 18, 29-71, 1965.
62. — *Cytoplasmic whorls in the golden hamster oocyte*. «J. Cell Sci.», 1, 281-282, 1966.



63. HADEK, R. — *Mammalian fertilization*. «An Atlas of ultrastructure», 93-244. «Academic Press., New York, 1969.
64. — e SWIFT, H. — *Electron microscopic study on the oocyte and blastocyst in the rabbit*. «Anat. Rec.», 139, 234, 1961.
65. HARVEY, E. B., YANAGIMACHI, R., e CHANG, M. C. — *Onset of estrus and ovulation in the golden hamster*. «J. Exp. Zool.», 146, 231-235, 1961.
66. HEITZ, E. — *Cit. J. H. Frenster*. «Handbook of Molecular Cytology» (Ed. Lima de Faria), 251-276, North-Holland Publishing Company — Amsterdam, 1969.
67. HENDERSON, S. A. — *Chromosome pairing, chiasmata and crossing-over*. «Handbook of Molecular Cytology» (Ed. Lima de Faria), 326-359, North Holland Publishing Company — Amsterdam, 1969.
68. HERTIG, A. T. — *The primary human oocyte: some observations on the fine structure of Balbiani's vitelline body and the origin of the annulate lamellae*. «Amer. J. Anat.», 122, 107-138, 1968.
69. — e ADAMS, E. C. — *Studies on the human oocyte and its follicle. I. Ultrastructural and histochemical observations on the primordial follicle stage*. «J. Cell Biol.», 34, 647-675, 1967.
70. HION, A. — *Contribution à l'étude biologique de hamster doré (Mesocricetus auratus, W.)* «Bul. Soc. Sci. Bret.» xxxix, 99-107, 1964.
71. HOPE, J. — *The fine structure of the developing follicle of the rhesus ovary*. «J. Ultrastruct. Res.», 12, 592-610, 1965.
72. HOROWITZ, M. — *The anovular corpus luteum in the golden hamster (Mesocricetus auratus Waterhouse) and comparisons with the normal corpus luteum and follicle of atresia*. «Acta Anat.», 66, 199-225, 1967.
73. HUMEAU, C. — *Etude au microscope électronique de l'ovogenèse et de l'atresie ovocytaire chez triturus Helveticus*. «These». Université de Montpellier, 1970.
74. HRUBAN, Z. e RECHCIGL, M. — *Microbodies and related particles*. «Int. Rev. Cytol. Supl. 1. Chap. 1, 1969.
75. IOANNOU, J. M. — *Oogenesis in the guinea-pig*. «J. Embryol. Exp. Morph.», 12, 673-691, 1964.
76. KENNELLY, J. J., e FOOTE, R. H. — *Oocytogenesis in Rabbits. The role of neogenesis in the formation of the definitive ova and the stability of oocyte DNA measured with tritiated thymidine*. «Amer. J. Anat.», 118, 573-590, 1966.
77. KENT, G. C., e SMITH, R. A. — *A study of the estrous cycle in the golden hamster, cricetus (Mesocricetus) auratus Waterhouse*. «Anat. Rec.», 92, 263-271, 1945.

78. KESSEL, R. G. — *Electron microscope studies on the origin of annulate lamellae in oocytes of Necturus*. «J. Cell Biol.», 19, 391-414, 1963.
79. — *Fine structure of annulate lamellae*. «J. Cell Biol.», 36, 658-664, 1968.
80. — *Annulate lamellae*. «J. Ultrastruct. Res.», Suppl., 10, 1-82, 1968.
81. KNIGGE, K. M., e LEATHEM, J. H. — *Growth and atresia of follicles in the ovary of the hamster*. «Anat. Rec.», 124, 679-707, 1956.
82. KRARUP, T., PEDERSEN, T. e FABER, M. — *Regulation of oocyte growth in the mouse ovary*. «Nature» (Lond.), 224, 187-189, 1969.
83. LA FONTAINE, J. G., e LORD, A. — *Organization of nuclear structures in mitotic cells*. «Handbook of Molecular Cytology» (Ed. Lima de Faria), 381-410, North-Holland Publishing Company — Amsterdam, 1969.
84. LANZAVECCHIA, G., e MANGIONI, C. — *Étude de la structure et des constituants du follicule humain dans l'ovaire foetal. I. Le follicule primordial*. «J. Micros.», 3, 447-464, 1964.
85. LEMON, J. G., e MORTON, W. R. M. — *Oogenesis in the golden hamster (Mesocricetus auratus). A study of the first meiotic prophase*. «Cytogenetics», 7, 376-389, 1968.
86. LIMA-DE-FARIA, A., e BORUM, K. — *The period of DNA synthesis prior to meiosis in the mouse*. «J. Cell Biol.», 14, 381-388, 1962.
87. LISS, R. H. — *A study of the fine structure of a mammalian ovary (Felis domestica)*. «Anat. Rec.», 148, 2, 385, 1964.
88. MALET, P., PERISSEL, B., e TURCHINI, J. P. — *Quelques caractères ultrastructuraux des jonctions interhépatocytaires périnatales (souris, rat). Données morphologiques préliminaires*. «J. Micros.», 14, 17-26, 1972.
89. MAULEON, P. — *Cinétique de l'ovogénese chez les mammifères*. «Archs. Anat. Micrs. Morph. Exp. 56, Supp.», 3-4, 125-150, 1967.
90. MAULEON, P. — *Oogenesis and folliculogenesis*. «Reproduction in Domestic Animals» (Ed. H. Cole e P. T. Cupps.), 2.<sup>a</sup> ed., 187. New York, Academic Press, 1969.
91. McLAREN, A. — *The fate of the zona pellucida in mice*. «J. Embryol. exp. Morph.», 23, 1, 1-19, 1970.
92. MCKAY, D. G., HERTIG, A. T., ADAMS, E. C. e DANZIBER, S. — *Histochemical observations on the germ cells of human embryos*. «Anat. Rec.», 117, 201-219, 1953.
93. McCLINTOCK, B. — Cit. por PERRY, R. P. — *Nucleoli: the cellular sites of ribosome production*. «Handbook of Molecular Cytology» (Ed. Lima de Faria), 620-636. North-Holland Publishing Company — Amsterdam, 1969.



94. MILLER, O. L. JR., e BEATTY, B. R. — *Nucleolar structure and function*. «Handbook of Molecular Cytology» (Ed. Lima de Faria), 605-619. North-Holland Publishing Company — Amsterdam, 1969.
95. MERCHANT, H. e ZAMBONI, L. — *Presense of connections between follicles in juvenile mouse ovaries*. «Amer. J. Anat.», 134, 1, 127-132, 1972.
96. MOTTA, P. — *Sur l'ultrastructure des corps de Call et d'Exner dans l'ovaire du lapin*. «Z. Zellforsch.», 68, 308-319, 1965.
97. — TAKEVA, S., e NESCI, E. — *Etude ultrastructurale et histochimique des rapports entre les cellules folliculaires et l'ovocyte pendant le développement du follicule ovarien chez les mammifères*. «Acta Anat.», 80, 537-562, 1971.
98. MORATO, M. J. X. — *Le nucléolo de l'ovocyte de la chatte étudié au microscope électronique*. «C. R. Ass. Anat.», 49, 1234, 1964.
99. — *L'ultrastructure du nucléole des oocytes de chat et son involution au cours de la prophase méiotique*. «C. R. Soc. Biol.», 159, 1663, 1965.
100. — *Ultrastrutura do nucléolo*. «Arq. Port. Bioq.», 11, 1-31, 1968.
101. MOSES, M. J. — *The relation between the axial complex of meiotic prophase chromosomes and chromosome pairing in a salamander (Plethodon cinereus)*. «J. Biophys. Biochem. Cytol.», 4, 633-638, 1958.
102. — *Synaptonemal complex*. «Ann. Rev. Genetics», 2, 363-412, 1968.
103. — *Structure and function of the synaptonemal complex*. «Genetics», 61, Supp, 41-51, 1969.
104. MUTA, T. — *The fine structure of the interstitial cell in the mouse ovary studied with electron microscope*. «Kuru. Med. J.», 5, 3, 167-185, 1958.
105. NORREVANG, A. — *Electron microscopic morphology of oogenesis*. «Int. Rev. Cytol.», 23, 113-186, 1968.
106. ODOR, D. L. — *Electron microscopic studies on ovarian oocytes and unfertilized tubal ova in the rat*. «J. Biophys. Biochem. Cytol.», 7, 567-574, 1960.
107. — *The ultrastructure of unilaminar follicles of the hamster ovary*. «Amer. J. Anat.», 116, 493-522, 1965.
108. — e BLANDAUI, R. J. — *Ultrastructural studies on fetal and early postnatal mouse ovaries. I. Histogenesis and Organogenesis*. «Amer. J. Anat.», 124, 163-186, 1969.
109. — — *Ultrastructural studies on fetal and early postnatal mouse ovaries. II. Cytodifferentiation*. «Amer. J. Anat.», 125, 177-216, 1969.
110. — e RENNINGER, D. F. — *Polar body formation in the rat oocyte as observed with the electron microscope*. «Anat. Rec.», 137, 13-23, 1960.

111. PARSONS, D. F. — *An electron microscope study of radiation damage in the mouse oocyte.* «J. Cell Biol.», 14, 31-48, 1962.
112. PERRY, R. P. — *Nucleoli: the cellular sites of ribosome production.* «Handbook of Molecular Cytology» (Ed. Lima de Faria), 620-636. North-Holland Publishing Company — Amsterdam, 1969.
113. PETERS, H. — *Migration of gonocytes into the mammalian gonad and their differentiation.* «Phil. Trans. Roy. Soc. Lond. B.», 259, 91-101, 1970.
114. LEVY, E., e CRONE, M. — *Oogenesis in Rabbits.* «J. Exp. Zool.», 158, 169-179, 1965.
115. — e PEDERSEN, T. — *Origin of follicle cells in the infant mouse ovary.* «Fert. Steril.», 18, 309-313, 1967.
116. POLICARD, A., COLLET, A., MARTIN, J. C., PREGERMAIN, S., e REUET, C. — *Sur les corps multivésiculaires observés dans le cytoplasma cellulaire.* «C. R. Acad. Sci.» (Paris), 256, 2731-2734, 1963.
117. PRIEDKALNS, J., e WEBER, A. F. — *Ultrastructural studies of the bovine Graafian follicle and corpus luteum.* «Z. Zellforsch.», 91, 554-573, 1968.
118. RIS, H. — *The molecular organization of chromosomes.* «Handbook of Molecular Cytology» (Ed. Lima de Faria), 221-250. North Holland Publishing Company — Amsterdam, 1969.
119. ROBERTSON, J. D. — *Molecular structure of biological membranes.* «Handbook of Molecular Cytology» (Ed. Lima de Faria), 1403-1443, North Holland Publishing Company — Amsterdam, 1969.
120. RUBY, J. R., DYER, R. F., e SKALKO, R. G. — *The occurrence of intercellular bridges during oogenesis in the mouse.* «J. Morph.», 127, 307-340, 1969.
121. SANDOZ, D. — *Variations ultrastructurales de l'appareil de Golgi au cours des divisions cellulaires dans les spermatoocytes de souris.* «J. Micrs.», 15, 225-246, 1972.
122. SELLE, R. M. — *Hamster sexually mature at twenty-eight days of age.* «Science», 102, 485-486, 1945.
123. SJÖSTRAND, S. F. — *Electron microscopy of cells and tissues,* 393-411. Academic Press. New York, 1967.
124. SMITH, R. E. e FARQUHAR, M. G. cit. por HRUBAN, Z. e RECHCIGL, M. — Chap. n.º 1. «Int. Rev. Cytol.» Sup., 1, 1969.
125. SOTELO, J. R. — *An electron microscope study on the cytoplasmic and nuclear components of rat primary oocytes.* «Z. Zellforsch.», 50, 749-765, 1959.
126. — *Ultrastructure of the chromosomes at meiosis.* «Handbook of Molecular Cytology» (Ed. Lima de Faria), 412-434. North Holland Publishing Company — Amsterdam, 1969.



127. SOTELO J. R. e PORTER, K. R. — *An electron microscope study of the rat ovum*. «J. Biophys. Biochem. Cytol.», 5, 327-341, 1959.
128. — e TRUJILLO-CENÓZ, O. — *Submicroscopic structure of meiotic chromosomes during prophase*. «Exp. Cell Res.», 14, 1-8, 1958.
129. SOUSA, A. T. — *Ensaio de uma tradução portuguesa dos «Nomina Histologica» aprovados no IX Congresso Internacional de Anatomistas, Leninegrado, 17-22 de Agosto de 1870*. «Coimbra Médica», XVIII, III-IV, 1971.
130. SRIVASTAVA, M. D. L. — *Cytoplasmic inclusions in oogenesis*. «Intern. Rev. Cytol.», 18, 73-98, Academic Press, 1965.
131. STEGNER, H. E., e WARTENBERG, H. — *Elektronenmikroskopische und histopochemische untersuchungen über struktur und bildung der zona pellucida menschlicher eizellen*. «Z. Zellforsch.», 53, 702-713, 1961.
132. STERN, H., e HOTTA, Y. — *Biochemistry of meiosis*. «Handbook of Molecular Cytology» (Ed. Lima de Faria), 520-539, North Holland Publishing Company — Amsterdam, 1969.
133. STEVENS, B. J. e ANDRÉ, J. — *The nuclear envelope*. «Handbook of Molecular Cytology» (Ed. Lima de Faria), 837-874, North Holland Publishing Company — Amsterdam, 1969.
134. SZABO, P. L. — *Ultrastructure of the developing dog oocyte*. «Anat. Rec.», 157, 330, 1967.
135. SZOLLOSI, D. — *Cortical granules: a general feature of ammalian eggs?* «J. Reprod. Fert.», 4, 223-224, 1962.
136. — *Development of «yolky substances» in some rodent eggs*. «Anat. Rec.», 151, 424, 1965.
137. — *Development of cortical granules and the cortical reaction in rat and hamster eggs*. «Anat. Rec.», 159, 431-466, 1967.
138. — *Modification of the endoplasmic reticulum in some mammalian oocytes*. «Anat. Rec.», 158, 59-74, 1967.
139. — *The cortical reaction in rat and hamster eggs*. «Anat. Rec.», 157, 2, 331, 1967.
140. — *Mitochondrion-rough endoplasmic reticulum complexes in maturing oocytes and spermatocytes*. «J. Cell Biol.», 43, 143-a, 1969.
141. — CALARCO, P. G., e DONAHUE, R. P. — *The nuclear envelope: its breakdown and fate in Mammalian oogonia and oocytes*. «Anat. Rec.», 174, 325-340, 1972.
142. — *Changes of some cell organelles during oogenesis in Mammals*. *Oogenesis* (Ed. J. D. Biggers e A. W. Shuetz), 47-64, University Park Press, Baltimore, 1972.

143. SWIFT, H. — *The fine structure of annulate lamellae*. «J. Biophys. Biochem. Cytol.» Suppl., 2, 418, 1956.
144. TEIXEIRA, R. S. C. — *Sistemas de lamelas citoplásmicas do óócito do Criceto dourado*. V.<sup>a</sup> Reunião Anual da Sociedade Portuguesa de Microscopia Electrónica, Porto, 1970. Resumos das comunicações: 12.
145. — *Aspectos ultraestructurais normais dos óócitos dos folículos multilaminares de ovários do Criceto (Mesocricetus auratus) e patológicos, provocados pelos anovulatórios (Mestranol e Clormadinona)*. Concurso dos prémios de investigação Pfizer, 1971.
146. — *Ocorrência de pontes intercelulares durante a ovogénese no Criceto dourado*. VI.<sup>a</sup> Reunião Anual da Sociedade Portuguesa de Microscopia Electrónica, Coimbra, 1971. Resumos das comunicações: 23.
147. *The Change to Metric Units*. «Nature», 216, 30, 1967.
148. TRUJILLO-CENÓZ, O., e SOTELO, J. R. — *Relationships of the ovular surface with follicle cells and origin of the zona pellucida in rabbit oocytes*. «J. Biophys. Biochem. Cytol.», 5, 347-348, 1959.
149. VAZQUEZ-NIN, G. H., e SOTELO, J. R. — *Electron microscope study of the atretic oocytes of the rat*. «Z. Zellforsch.», 80, 518-533, 1967.
150. WATERHOUSE, G. R. — *Description of a new species of hamster (Cricetus auratus)*. «Proc. Zool. Soc. Lond.», 57-58, 1839.
151. WEAKLEY, B. S. — *Electron microscopy of the oocyte and granulosa cells in the developing ovarian follicles of the golden hamster (Mesocricetus auratus)*. «J. Anat.», 100, 503-534, 1966.
152. — *Light and electron microscopy of developing germ cells and follicle cells in the ovary of the golden hamster: twenty-four hours before birth to eight days post partum*. «J. Anat.», 101, 435-459, 1967.
153. — *Investigations into the structure and fixation properties of cytoplasmic lamellae in the hamster oocyte*. «Z. Zellforsch.», 81, 91-99, 1967.
154. — *Initial stages in the formation of cytoplasmic lamellae in the hamster oocyte and the identification of associated electron-dense particles*. «Z. Zellforsch.», 97, 438-448, 1969.
155. — *Annulate lamellae in the oocyte of the golden hamster*. «Z. Zellforsch.», 96, 229-236, 1969.
156. — *Granular cytoplasmic bodies in oocytes of the golden hamster during the post-natal period*. «Z. Zellforsch.», 101, 394-400, 1969.
157. — *Basic protein and ribonucleic acid in the cytoplasm of the ovarian oocyte in the golden hamster*. «Z. Zellforsch.», 112, 69-84, 1971.
158. WETTSTEIN, R., e SOTELO, J. R. — *Fine structure of meiotic chromosomes. The Elementary Components of Metaphase Chromosomes of Gryllus argentinus*. «J. Ultrastruct. Res.», 13-367-381, 1965.



159. WISCHNITZER, S. — *The ultrastructure of the germinal epithelium of the mouse ovary.* «J. Morphol.», 117, 387-400, 1965.
160. — *Intramitochondrial transformations during oocyte maturation in the mouse.* «J. Morphol.», 121, 29-46, 1967.
161. — *The annulate lamellae.* «Int. Rev. Cytol.», 27, 65-97, 1970.
162. — *An electron microscope study of cytoplasmic organelle transformations in developing mouse oocytes.* «Wilhelm Roux'Archiv», 166, 150-172, 1970.
163. WOOLLAM, D. H. M., e FORD, E. H. R. — *The fine structure of the mammalian chromosome in meiotic prophase with special reference to the synaptonemal complex.* «J. Anat.», 98, 163-173, 1964.
164. YAMADA, E., MUTA, T., MOTOMURA, A., e KOGA, H. — *The fine structure of the oocyte in the mouse ovary studied with electron microscope.* «Kurume Med. J.», 4, 148-171, 1957.
165. YANAGIMACHI, R., e CHANG, M. C. — *Fertilization of hamster eggs in vitro* «Nature», 200, 281-282, 1963.
166. ZAMBONI, L. — *Ultrastructure of mammalian oocytes and ova.* «Biol. Reprod.» Sup., 2, 44-63, 1970.
167. — *Comparative studies on the ultrastructure of mammalian oocytes.* *Oogenesis* (Ed. J. D. Biggers e A. W. Schuetz), 5-46, University Park Press, Baltimore, 1972.
168. — e MASTROIANNI L. — *Electron microscopic studies on rabbit ova. I. The follicular oocyte.* «J. Ultrastruct. Res.», 14, 95-117, 1966.
169. — MISHELL, D. R., BELL, J. H., e BACA, M. — *Fine structure of the human ovum in the pronuclear stage.* «J. Cell Biol.», 30, 579-600, 1966.
170. — e GONDOS, B. — *Intercellular bridges and synchronization of germe cell differentiation during oogenesis in the rabbit.* «J. Cell Biol.», 36, 276-282, 1968.





APÉNDICE

11 Dec. 1978.

Dear Dr. Teixeris,

Thank you very much for sending me a copy of your Ph. D. thesis. It was forwarded to me with quite some delay to Jony-en-Josas, France where I am now working. With the aid of the French language, which I am just in the process of learning, I can partially understand even the text. But for a morphologist, which I am fundamentally, the beautiful illustrations speak most clearly. It will take me some time to appreciate all the details you have presented but with time I will be able to work through most chapters.

I appreciate your thoughtfulness in sending me a copy of your extensive and very nice work. Now that I shall stay in France, I hope an opportunity will be given soon for a personal meeting. With my very best wishes for your continued work, my cordial greetings

Sincerely yours  
Daniel Zoltan

Laboratoire de Physiologie Animale  
(NRZ)

(Szöllösi)

78 350 Jony-en-Josas, France

Lausanne, 6 de Janeiro de 1974

Caro Doutor Rogério Teixeira

As ter tomado conhecimento de teor da sua tese, através do Prof. A. Coimbra, adjuvante no seu doutoramento, solicito-lhe o grande favor pela quota de uso, e apresento-lhe toda a minha mais alta apreciação.

Estou extraordinariamente interessado nos documentos, pois que ele me poderá auxiliar nos trabalhos de investigação que estou a fazer e realizar sobre a recirculação de peixes vivíparos (orgânicos).

Apresento-lhe a minha mais alta apreciação e agradeço-lhe a sua atenção.

G. J. C. AZEVEDO

G. J. C. AZEVEDO  
CENTRE DE MICROSCOPIE ÉLECTRONIQUE  
DE L'UNIVERSITÉ DE LAUSANNE  
21, Rue du Bugnon CH - 1011 Lausanne



Jouy en Josas, le 18 décembre 1973

Estimado Dr R. TELXEIRAS,

Estoy pronto a terminar mi Doctorado en Biología de la Reproducción, bajo la dirección del Dr Charles THIBAUT. Mi tesis esta relacionada con el estudio de la ovogénesis y cinética folicular en ovarios de terneras impuberes tratadas con PMSG y un progestágeno (Acetato de fluorogestona).

Soy chileno, y en mi país trabajo con el grupo del Dr CROXATTO y Dr Cl.BARROS en problemas de ovogénesis, fecundación y capacitación de espermios de hamster dorado.

Aquí en París(Jouy en Josas) tengo contacto con el Dr SZÖLLÖSI, quien me prestó la excelente tesis sobre la ovogénesis del hamster por usted realizada. Yo tendría muchos deseos de tener un ejemplar siempre que fuera posible.

Si usted tiene interés por un ejemplar de mi tesis que está en imprenta y cuya "soutenance" tendrá lugar el próximo mes de Enero; Yo se la enviaré con mucho placer.

Reciba una vez mas mis felicitaciones por vuestro excelente trabajo y quedo a sus ordenes para un futuro próximo.

S.S.S.



Jorge ARRAU E.  
Laboratoire de Physiologie Animale  
78350 - JOUY en JOSAS (France)



## The University of Birmingham

DEPARTMENT OF ANATOMY  
 Medical School, Vincent Drive, Birmingham B15 2TJ  
 Telephone 021 - 472 1301  
 (Weekends & after 6.30 p.m. 021 - 472 0148)

Professor J. T. Eays—Searle Cox Professor and Head of Department  
 Professor E. H. Ashton—Professor of Anatomy  
 Professor P. Eckstein—Professor of Reproductive Endocrinology

Dr. R. de S.C. Teixeira,  
 Faculdade de Medicina,  
 Universidade de Coimbra,  
 Portugal.

12. October, 1973

Dear Dr. Teixeira,

I am writing to thank you very much for the copy of your thesis and to congratulate you on your doctorate and on the beautifully presented thesis itself.

Although I have never learnt to read or speak your language it is clear to me that I shall be able to translate much of it without needing a dictionary! It seems very easy, although I shall probably cheat from time to time and look at the English summary.

I shall look forward to seeing this work published in the Scientific Journals, also any further analysis that you might make on the structure of the chromosomes in diplotene oocytes.

Yours sincerely,

DR. L. L. FRANCHI

INSTITUTE OF PATHOLOGY  
 UNIVERSITY OF UMEÅ  
 UMEÅ  
 Sweden

Umeå, October 23, 1973.

Dr. Rogério Dos-Santos Cardoso Teixeira  
 Faculdade de Medicina  
 Biologia Médica  
 Coimbra  
 Portugal

Dear Dr. Teixeira,

Thank you very much for your kindness to send me your Ph.D. thesis. Although I am unfortunately unfamiliar with your language I do appreciate your most excellent micrographs. Thank you again and many congratulations to your impressive thesis.

Yours sincerely,

Lars Bjersing, M.D.  
 Professor



UNIVERSITÉ DE LAUSANNE  
INSTITUT D'HISTOLOGIE ET D'EMBRYOLOGIE

Directeur: Professeur O. Bucher

Votre référence  
Notre référence

1011 Lausanne (Suisse), le 4.2.1974  
Rue du Bugnon 9 - Tél. 332292

Monsieur Dr R. Teixeira  
Facultad de Medicina

C o i m b r a  
Portugal

Cher Monsieur,

Je vous remercie très chaleureusement pour votre dissertation  
"A ovogenese no Mesocricetus auratus"  
que vous avez bien voulu m'envoyer.

Je vous félicite de votre excellente iconographie ainsi que  
de la présentation systématique des problèmes que vous avez  
traités avec une grande clarté.

En vous remerciant encore une fois, je vous prie d'agrèer,  
cher Monsieur, mes salutations les meilleures.

Dr R. Krstic  
Professeur-assistant





## UMA CARTA DE JOÃO HYACINTHO DE MAGALHAENS

João Jacinto de Magalhães (1722-1790), ex-cónego regente, que por surpreendente coincidência, quando professou na congregação dos cónegos regulares de Santo Agostinho, escolheu o fatídico nome de D. João de Nossa Senhora do *Desterro* <sup>(1)</sup>, fez a sua educação científica em Inglaterra. Para ali se dirigiu em 1764, depois de já ter permanecido em França, onde lhe não foi possível arranjar os meios materiais de que necessitava <sup>(2)</sup>.

Saiu muito provavelmente de Portugal entre 1756 e 1758 <sup>(3)</sup>, por motivos que se desconhecem, mas que se podem conjecturar, aliando o seu espírito irrequieto à sua decisão de se expatriar «résolu à ne plus vivre que sous un gouvernement où la liberté personnelle soit à l'abri du despotisme ministériel» <sup>(4)</sup>. Declarava assim, da forma mais peremptória, ser incapaz de viver sob o governo pombalino, que considerava despótico e atentatório à liberdade individual.

E Magalhães diz-nos porque escolheu a Inglaterra: «Não só por ligações d'amizade com muitos homens-de-letras, como também e quiçá ainda mais pela grande analogia que encontro entre o carácter d'esta nação e o meu» <sup>(5)</sup>.

Uma vez ali vai consagrar-se, com o seu talento inventivo e a

---

(1) Inocêncio, *Dicionário Bibliográfico Portuguez*, p. 385.

(2) Os anos de expatriação em França foram-lhe muito difíceis, tendo unicamente como recurso para subsistir a remuneração de comissões ou encargos literários procedentes de Portugal.

(3) São as datas-limites habitualmente admitidas. A data da sua saída aparece-nos erradamente referida por Inocêncio, no *Dic. Bibliográfico*, em 1764, mas tal problema já foi estudado por Sampaio Bruno, em *O Porto culto*, tendo afirmado: «Innocencio tomou, de resto, essa data do artigo de Weiss sem embargo, de seus ralhos contra as inexactidões da *Biographie Universelle* de Michaud», p. 478.

(4) Das notas ms. de Mag. ao ex. da biografia de A. N. Ribeiro Sanches, de Andrey, existente na Biblioteca Municipal do Porto, *apud* M. Lemos, *Estudos de hist. da med. peninsular*, cit., p. 237.

(5) Bruno, Pereira de Sampaio, *O Porto culto*, p. 487.

ticos, ou de precisão. Na época em que J. J. de Magalhães se estabeleceu em Londres, «não sendo uma indústria exclusivamente inglesa, pode dizer-se que, por então, a mecânica de precisão era uma sua invulgar perícia, à construção de instrumento físico-matemático actividade caracteristicamente britânica, ninguém igualando na segunda metade do Séc. XVIII a reputação de Dollond, de Adams (1) e de Jesse Ramsden, que em 1786 foi admitido na Royal Society e em 1773 executara perfeitamente a construção que Magalhães inventara para os oitantes e sextantes» (2).

Os «constructeurs anglais s'intégrèrent aux milieux scientifiques de Londres, bien plus facilement que leurs collègues français ne purent le faire à Paris. Il n'y avait pas entre les règlements et la composition de la Royal Society et de l'Académie des Sciences de très grandes différences; mais à Londres on ne tenait pas à distance les artisans habiles comme on le fit à Paris; les opticiens et les mécaniciens furent admis très tôt, dès le milieu du siècle, à la Royal Society.

Sans doute les débuts mêmes de la Royal Society expliquent cette attitude compréhensive ainsi que la présence parmi ses membres pendant les premières décades de son existence, d'un homme comme Robert Hooke, par exemple. Les Français furent passionés de discussion bien davantage que d'expériences.

L'artiste qui exerçait un travail manuel ne pouvait être admis dans les cénacles académiques. Cette différence d'esprit et d'attitude plaça les artisans anglais dans une situation morale très avantageuse. Ils avaient plus d'autorité; leur publicité à l'étranger se faisait de façon plus efficace par la simple traduction des articles des *Philosophical Transactions* qui conféraient un peu de leur prestige aux noms qui y étaient cités» (3).

Só num ambiente norteado por tal ética científica Jacinto de

(1) Possuímos, num dos salões do Museu, uma luneta astronómica, que fazia parte da colecção de instrumentos científicos do Palácio Real da Ajuda, que tem a seguinte inscrição: «Made by GÉO-ADAMS Instru. Maker to His MAJESTY's Office of Ordenance at IychoBrahe's Head in Flut Street LONDON.

(2) Joaquim de Carvalho, *Correspondência científica dirigida a João Jacinto de Magalhães (1769-1789)*, p. 10.

(3) *Les constructeurs français d'appareils scientifiques au XVIII<sup>e</sup> siècle*, in Thalés (Recueil annuel des travaux de l'Institut d'Histoire des Sciences et des Techniques de l'Université de Paris), t. v (Paris, 1949), pp. 69-70, in Joaquim de Carvalho, *o. c.*, pp. 10 e 11.



Magalhães podia manifestar e expandir a sua excepcional habilidade para a execução dos instrumentos, e os seus recursos intelectuais. Assim favorecido pelo meio, que o rodeava, foi cultivando gloriosamente a ciência, o que fez com que as mais notáveis Academias da Europa lhe viessem a reconhecer o merecimento e lhe recompensassem os trabalhos, inscrevendo o seu nome nas listas dos seus associados (1).

A sua actividade proporcionou-lhe, não só a fama, como a oportunidade de se relacionar com os maiores cientistas do seu tempo, interessados nos mesmos objectivos, com muitos dos quais estabeleceu relações de íntima colaboração científica e de amizade (2). De Wat e Boulton nos fala ele, na carta que à frente aparece transcrita e que por nós foi encontrada no Arquivo do Ministério do Ultramar (3), afirmando serem eles: «ambos meus conhecidos e amigos».

Podemos, tal como Weiss, e até com um pouco de exagero, «le regarder comme l'un des hommes qui ont le plus contribué aux progrès de la physique dans le dernière moitié du 18.<sup>e</sup> siècle» (4).

Foi, sem dúvida, grande o seu contributo, como grande foi o prestígio por ele alcançado na sua época; tal que Luís Pinto de Sousa Coutinho (5) ao dirigir-se ao Secretário de Estado Aires de

(1) Era sócio correspondente da Academia das Ciências de Paris (1771), sócio da Royal Society (1774).

1777 — a partir desta data as actas da Academia das Ciências de S. Petersburgo publicam as notícias que ele enviava de Londres.

1780 — eleito sócio correspondente da Academia das Ciências de Lisboa.

(2) Manteve relações com Franklin, Volta, Priestley, com Lavoisier, Herschel, Bochart de Savon e muitos outros.

A. Gonçalves Rodrigues, in *O Protestante Lusitano. Estudo biográfico e crítico sobre o Cavaleiro de Oliveira (1702-1783)*, C.<sup>a</sup>, 1950, pp. 293-294, afirma:

«Ao ser proposto para a Sociedade Real, entre os nomes dos proponentes encontravam-se nada menos que os de Joseph Priestley, Benjamin Franklin, William Jones, Josiah Banks e William Hunter».

(3) Com a seguinte cota: Secção: Ministério do Reino, Inventos.

(4) Artigo de Weiss dedicado a Magalhães no t. XXVI da *Biographie universelle, ancienne et moderne* do ed. Michaud, p. 31.

(5) «D. Luís Pinto de Souza Coutinho, visconde de Balsemão (1735-1804), ministro de Portugal em Londres e depois ministro de Estado, compôs várias memórias eruditas sobre a história natural do Pará e Mato-Grosso onde esteve como governador. Foi sócio da Academia Real das Ciências de Lisboa e da Sociedade Real de Londres». H. Amorim Ferreira, *Relações científicas entre Portugal e a Grã-Bretanha*, p. 21.

Sá e Melo, em referência à encomenda de «Instrumentos Mathematicos» (6) no seu ofício n.º 243 de 28 de Abril de 1778 afirmava: «Logo mandei chamar João Hyacintho de Magalhães, que tem huma correspondencia neste genero com muitas Academias da Europa, e huma reputação bem estabelecida nesta Corte» (1).

Como diz Maximiano Lemos «a correspondência de Luís de Sousa Coutinho, existente na Biblioteca Municipal do Porto, esclarece bastante as relações de Magalhães com o nosso Governo.

O seu nome começa a aparecer a 2 de Novembro de 1778 (2), em que ele intervém na aquisição de uma máquina a vapor para esgotar água que Martinho de Melo e Castro encomendou (3).

Ignoramos as razões que levaram Maximiano Lemos a não transcrever o ofício a que aqui indirectamente se refere, uma vez que o fez em relação aos outros.

Com efeito tal ofício existe na correspondência de Luís Pinto de Sousa Coutinho, no Códice 312-Vol. 7 com o n.º 281. Trata-se também de um ofício integrado na «Cópia dos Officios dirigidos à Secretaria de Estado dos Negócios Estrangeiros», Códices 306 a 323 e existentes na Biblioteca Municipal do Porto.

Trazemos a público o original, uma vez que está assinado, embora o escrivão tivesse sido o mesmo, pois a letra do manuscrito existente no Arquivo do Ministério do Ultramar é a mesma dos da Biblioteca Municipal do Porto.

O ofício de Sousa Coutinho fez-se acompanhar da carta de Jacinto de Magalhães, que foi escrita anteriormente à data do ofício, visto ser de 13 de Outubro, e de que aqui deixamos também o fac-símile.

Do seu valor intrínseco falarão os entendidos, embora dela, como em tudo quanto escreveu e fez, se possa imediatamente aferir do

---

(6) «O Governo Português dera ordem ao embaixador Luís Pinto de Sousa Coutinho para mandar fabricar em Inglaterra instrumentos astronómicos, náuticos, geodésicos e outros, subordinando-se a construção à superintendência de Magalhães que lhe introduziu notáveis aperfeiçoamentos». M. Lemos, *Estudos de história da medicina peninsular*, p. 243.

(1) M. Lemos, *Estudos de hist. da med.*, p. 268.

(2) Pessoalmente, não concordamos com esta afirmação, uma vez que a 28 de Abril de 1778, no ofício 243, de que anteriormente nos servimos, já o seu nome aparece.

(3) M. Lemos, *o. c.*, p. 243.



rigor científico, de experimentalista, com que serviu a ciência; sobretudo pela sua capacidade de recepção e difusão do muito que aprendia e experimentalmente verificava.

Magalhães escreveu, na conclusão da sua *Notice des instruments d'Astronomie, de Géodesie, de Physique... faits dernièrement à Londres par ordre de la Cour d'Espagne*, da imprensa de W. Richardson, palavras que importa aqui deixar presentes: «Por pequeno que seja o mérito do meu trabalho, ninguém me tolherá a satisfação de haver contribuído, pelo melhor que pude e de meu próprio alvedrio, para o serviço do Público, e mais particularmente para o das duas nações, Espanhola (1) e Portuguesa, às quais addito estou pelo coração.

É unicamente ao meu zelo que eu devo toda a coragem para superar as dificuldades com que naturalmente se topa em uma situação tal como a minha: habitando n'um paiz estrangeiro, sem fortuna; desprovido dos meios d'usar d'uma subsistência farta, isto é, não acima do physico precisamente necessário: exprimindo-me n'uma lingua que não é a minha; não tendo mais do que uma saude exausta; e já velho. As almas sensíveis que lêrem estas linhas não deixarão de me dar as vénias pelo meu sacrificio. É unicamente às álmãs d'essa especie que eu endereço meu discurso e ellas são as únicas de que estimo o voto».

E eu direi, tal como Sampaio Bruno, ao comentar estas palavras: «Pobre Magellan! Bem se vê que não escrevia em Portugal, nem para portugueses» (2).

DONZÍLIA PIRES

---

(1) Jacinto de Magalhães era 5.º neto de Tiago de Magalhães, irmão mais velho do grande navegador Fernão de Magalhães, de que muito se orgulhava poder contar entre os seus antepassados. A afeição especial que nutria pela nação vizinha vinha-lhe do facto de este ali ter encontrado o apoio de que carecia.

(2) Bruno, Pereira de Sampaio, *O Porto culto*, pp. 479-480.

Rancho  
2-XI-778

J. mo ma f.  
M. da. Sr.

INVENTO



Estimando as ordens de V. Ex.<sup>a</sup> ares-  
peito das Máquinas de Fogo, ou pro-  
priamente de Vapor, para extrair as  
Águas das Minas tenho a honra de  
participar-lhe; com como judicialmente  
com o Capitulo e Philips, fiz toda a deli-  
gencia pelo Modelo recommendado, no  
qual não ha mais difficuldade do que  
o acesso do fogo: O celebre Antipie  
elle, tem feito varias para a Russia,  
e Hungria com toda a proporção de  
medidas e com huma exactão admi-  
ravel; porém não quer abdicar hum  
punto de 300. Libras Sterlinas.

Estes modelos tem hum Es-  
cala de todas as dimensões; e mostram  
o uso pratico da mesma máquina,  
e são da altura de 7 pés, pouco mais  
ou menos.

Inclusa remetto tambem  
outra informação que terá por via  
de



de João Hyacintho de Magalhães, que.  
 V. Ca.ª contenciosa: O prisioneiro d'ous...  
 Alguns tratam de huma sava máquina  
 do mesmo genero, que com effeito se acha  
 em prática, porém é que todo de obstar  
 ao seu requizito, conforme as necessas  
 que me dêam alguns artifícios, he que  
 o seu mechanismo he sumamente  
 complicado, e que o que proprias com  
 Curvas, e gachos, e concertos: Isto  
 poderá talvez ser emulação de Cortesão,  
 porém o dito modelo seria impracticavel  
 other-se, conforme consta da mencionada  
 Carta.

Do paragrafo 3.º vna V. Ca.ª  
 o segundo offerimento para a execu-  
 ção do modelo pedido, eo seu preço,  
 porém depois de examinado quanto me  
 foi possível esta materia, pude com-  
 preender, que a sua execução estava  
 muito distante de chegar á execução  
 de



de M.<sup>o</sup> Colla, e que difficilmente mostra-  
ria os effectos. Com quanto as pondera-  
ções do S.<sup>o</sup> L.<sup>o</sup> me pareçam judicicias,  
na mesma pessoa poderia haver igual-  
mente muitos conhecimentos praticos  
de diferentes maquinas que estas con-  
têm, e que seriam de grande utilidade  
para o Reino.

Não fudo o que me compete  
dizer a V.<sup>o</sup> C.<sup>o</sup> nesta materia, com  
quanto não tenha a honra de receber  
as suas ultimas Ordens.

Deo guarde a V.<sup>o</sup> C.<sup>o</sup>

Londres 2 de Novembro de 1778.

M.<sup>o</sup> Cla. S.<sup>o</sup>

Maslinho de Mello e Castro.

Luiz e Pinto da Souza.



Ill.<sup>mo</sup> e Ex.<sup>mo</sup> Sr.

Satisfazendo às ordens de V. Ex.<sup>cia</sup>, a respeito das Máquinas de fogo, ou propriamente de Vapor, para esgotar as águas das Minas, tenho a honra de participar-lhe, em como juntamente com o Capitão Philips, fiz toda a diligência pelo modelo recomendado, no qual não há mais dificuldade do que o excesso do preço: o Célebre Artífice Colle, tem feito várias para a Rússia, e Hungria com toda a proporção de medidas, e com uma exacção admirável; porém não quer abaixar um ponto de 300 libras esterlinas.

Estes modelos levam uma escala de todas as dimensões; mostram o uso prático da mesma máquina, e são da altura de 7 pés pouco mais ou menos.

Inclusa remeto também outra informação que tirei por via de João Hyacintho de Magalhães, que V. Ex.<sup>cia</sup> conhecerá: Os primeiros dois artigos tratam de uma nova máquina do mesmo género, que com efeito se acha em prática; porém o que tenho de observar a seu respeito, conforme as noções que me deram alguns artífices, é que o seu mecanismo é sumamente complicado; e que o que poupar em carvão, o gastará em consertos: Isto poderá talvez ser emulação de artistas; porém o dito modelo seria impossível obter-se, conforme consta da mencionada carta.

Do parágrafo 3.<sup>o</sup> verá V. Ex.<sup>cia</sup> o segundo oferecimento para a execução do modelo pedido, e o seu preço; porém depois de examinar quanto me foi possível esta matéria, pude compreender, que a sua execução estava muito distante de chegar à exacção de M. Colle e que difficilmente mostraria os efeitos. Em quanto às ponderações do § 4.<sup>o</sup> me parecem judiciosas; e a mesma pessoa poderia levar igualmente muitos conhecimentos práticos de diferentes máquinas que estão em uso, e que seriam de grande utilidade para o Reino.

É tudo o que me compete dizer a V. Ex.<sup>cia</sup> nesta matéria, em quanto não tenho a honra de receber as suas últimas ordens.

Deus guarde a V. Ex.<sup>cia</sup>

Londres 2 de Novembro de 1778

Ill.<sup>mo</sup> e Ex.<sup>mo</sup> Sr.

Martinho de Melo e Castro

*LUIS PINTO DE SOUZA*

---

*Nota:* A grafia foi actualizada, visto o texto ser dado também em fac-símile.





Sua Excellencia e leg.<sup>o</sup> o mesmo M.<sup>o</sup> Boulton me disse, haveria de saír de Londres  
 a Londres, e d.<sup>o</sup> M.<sup>o</sup> Jany ainda lá se achava p.<sup>o</sup> concluir um negocio.  
 O Barão de Heuniz, q.<sup>o</sup> V. Exc.<sup>o</sup> Conhalles havia de ir a Londres, e  
 q.<sup>o</sup> se achava hoje Almirante de Greda do Rey de Prussia na Direcção das minas,  
 me escreveu q.<sup>o</sup> queria 4 destas machinas; e, sobre a Repara q.<sup>o</sup> lhe dei  
 depois de alcançar a Captividade de M.<sup>o</sup> War & Boulton, elle me escreveu na  
 Carta q.<sup>o</sup> a V. Exc.<sup>o</sup> escreveu há dez dias, q.<sup>o</sup> o Barão de Eichen & seu irmão,  
 ambos Eschevins de Direcção, virião a Londres p.<sup>o</sup> esse objecto, pedindo-me quizesse  
 communicar com as minhas informações & avisos, opporunos, p.<sup>o</sup> melhor consignarem  
 os seus inventos. Os artigos, q.<sup>o</sup> M.<sup>o</sup> Boulton <sup>deu</sup> requerem: 1.<sup>o</sup> seu privilegio exclu-  
 tivo p.<sup>o</sup> q.<sup>o</sup> ninguém possa fazer estas machinas, nos domínios de pair lejais, no  
 mesmo Reino, sendo elles mesmos, ou seus agentes: 2.<sup>o</sup> q.<sup>o</sup> se darão a 3.<sup>o</sup>  
 parte da despesa q.<sup>o</sup> for a fazer machina de pousar, compensada com qualque  
 parte das vantagens que produce o mesmo effeito.

2.<sup>o</sup> Peto q.<sup>o</sup> se leve a obter hum modelo perfeito. destas novas ma-  
 chinas, he coisa q.<sup>o</sup> ninguém, sendo os mesmos M.<sup>o</sup> War & Boulton, podem fi-  
 zer; mas eu he q.<sup>o</sup> elles envia a fazer ad, nem fazem tuncad de fazer esta  
 favor por valor ou interesse algum, segundo elle mesmos me tem assegurado repen-  
 dente. Eu estou certo q.<sup>o</sup> nenhum artifice de Lançador se atrevia a emprender  
 hum tal modelo; mas mais estando certo q.<sup>o</sup> sem lhe dar as devidas proporções,  
 esta machina não produzirá o seu effeito. Eu meus q.<sup>o</sup> Warkip não tem o seu  
 multunias, não se pôde ver visto em Birmingham, onde fui no primeiro pas-  
 se de Com meo bom amigo o Sr. de Chasmet de Doygner, q.<sup>o</sup> aqui se ~~achava~~ achava até  
 a Primavera, p.<sup>o</sup> aver trabalho, e tomar as informações com toda a exat-  
 ção; mas porq.<sup>o</sup> todos visto esta machina se de hummada impedida, por causa  
 de hum acido; não me atrevia a assegurar q.<sup>o</sup> hum modelo feito segundo as  
 medidas proprias della, estando no caso de dar comprehensivamente ideia  
 de sua construção, com tal exactidão q.<sup>o</sup> se pudesse fazer hum grande sem erro  
 de mil. A verdade q.<sup>o</sup> me dá esta machina divide, he porq.<sup>o</sup> a parte de de  
 o acido, não he possível, ao menos actualmente, de se fazer ou de se enge-  
 nar nas proporções das partes mais piquinas da machina; e muitas vezes, mais  
 pouco q.<sup>o</sup> ellas se vive, basta p.<sup>o</sup> q.<sup>o</sup> se as q.<sup>o</sup> se fazem pelo modelo, não produzirá.

o desajuste offere. Além disso deve considerarse q' a arte provincial de se  
modelos de athenariade visibilidade [nestas maquinas] q' favia talis impedidos e por  
essa razão o modelo q' se fez <sup>das antigas</sup> of Cabines de Physica, está atherido de modo  
q' os Coups de piston, ou golpes de embolo, se não consideram como novidade donde  
se segue q' q' se fizessem explicar hua destas maquinas por hum de se modelo teria  
uma maquina trasmã imperfeita e descomoda

3 Eu já disse <sup>de</sup> q' tenho um bom amigo q' me promete de fazer  
um hys modelo, que mostrará o effeito das maquinas antigas por 75 qui-  
ntos, elle se hysito muito tempo, e me fezto ver q' foyto aplycandoo. St.  
Allemand Professor de Phil: experimental entreo bom amigos, na d'urante <sup>de</sup> se  
lyde ver hys destes modelos, feitos pelo mesmo hysito de q' foyto bem hysifeyto.  
Porem a razão q' alabo de mostrar sobre os modelos das maquinas modernas,  
na ra razão a razão das antigas



4 Concluire esse carta com direm de q' se com aquelle effeito q' sempre  
contorne a athenariade arte o athenariade de q' se hysitavellos hys destes maqui-  
nas com a ma o seguinte poyto, e ainda com a ma o seguinte [poyto  
o q' se de athenariade mudar, e emendar a comensad de q' se hysitavellos ma-  
quina, pode mostrar poyto; Além do d'obro e do tempo de se hysitavellos  
se hysitavellos melhor mandar a Inglaterra algum engenheiro habil; mas  
q' se hysitavellos poyto, e não uniamto theoretico; ou exemplo de q' se  
mois q' se hysitavellos a athenariade na razão de se hysitavellos, e  
em outras manifestações; e melhor de fosse edificado na razão de q' se  
Este poyto em Birmingham 3 ou 4 meses ou em outra qualq' parte  
onde se acham hysitavellos estas maquinas, se acharia em estado de se hysitavellos.  
Poyto se hysitavellos q' se hysitavellos q' se hysitavellos com toda a  
segurança e Alente. O exemplo q' se hysitavellos a hysitavellos de Mr. Jany, mes-  
trava facilmente q' se hysitavellos de se hysitavellos poyto obter o desajuste q' se

Heito  
Londres 13 de Maio de 1785

De V. Exa.  
Seu mais humilde e obedi-  
ente Servo  
João Hysitavellos de Hysitavellos



Ex.<sup>mo</sup> Sr.

- 1 — Em satisfação ao desejo de V. Ex.<sup>cia</sup>, e à minha promessa darei por escrito a notícia que já lhe participei em outra ocasião, não só sobre as *Máquinas a fogo* ou para melhor dizer a *vapor*, que aqui se empregam e também em várias partes da Europa para esgotar as minas e levantar as águas a qualquer altura; mas sobre os seus modelos.

Destas máquinas temos actualmente duas espécies em Inglaterra. A mais antiga de que também quase todas as outras Nações do Norte se servem à imitação deste país, produzem todo o seu efeito pela acção do peso da atmosfera, em consequência da condensação do vapor, que se faz resfriar repentinamente dentro de um cilindro de ferro, com um esguicho de água fria. Porém as máquinas modernas não empregam mais do que a acção do mesmo vapor, cuja condensação se faz em vaso diferente do cilindro: donde se segue duas grandes vantagens: 1.<sup>a</sup> o não perder tempo a recuperar o calor perdido no cilindro, com o esguicho da água fria; e a segunda o empregar um agente muito mais forte do que o peso do ar. De modo que as vantagens das modernas sobre as antigas são quase de 75 por cento: isto é, se uma das máquinas antigas gastam 400 mil réis de carvão por mês, ou por ano, para elevarem uma certa quantidade de água a uma tal altura uma das modernas, cuja construção não é mais dispendiosa, produzirá quase os mesmos efeitos, sem gastar mais do que *cem mil réis* de carvão no mesmo tempo. Mons.<sup>r</sup> Wat, que se acha associado com M.<sup>r</sup> Boulton de Birmingham, ambos meus conhecidos e amigos, é o inventor destas máquinas modernas: e tem privilégio exclusivo, corroborado por um Acto do Parlamento para eles sós serem os construtores delas: eles em efeito já têm erigido um número considerável, com satisfação universal, em várias províncias de Inglaterra; e aqui ao pé de Londres se acham quatro desta espécie. Uma (pequena) em Bow: outra maior em Shadwell; outra em Richmond; e a quarta que brevemente se acabará em Chelsea, meia légua somente distante de Londres, ou para melhor dizer na extremidade desta Capital. No Verão pas-

sado me veio aqui recomendado de Nantes, M.<sup>r</sup> Jarry, empresário das minas de Bretanha, com o projecto de obter uma destas novas máquinas, e com uma carta que lhe dei para M.<sup>r</sup> Boulton foi fixar-se a Birmingham para as observar, e se re capacitar das miudezas da sua construção e segundo o mesmo M.<sup>r</sup> Boulton me disse, haverá 4 semanas vindo a Londres, o dito M.<sup>r</sup> Jarry ainda lá se achava para concluir este negócio.

O Barão de Heinitz, que V. Ex.<sup>cia</sup> conhece haverá dois anos em Londres, e que se acha hoje Ministro de Estado do Rei da Prússia na direcção das minas, me escreveu que queria 4 destas máquinas; e, sobre a resposta que lhe dei depois de alcançar a resolução de M.<sup>res</sup> Wat e Boulton, ele me assegura na carta que a V. Ex.<sup>cia</sup> mostrei um destes dias, que o Barão d'Eschen e seu Irmão, ambos conselheiros desta direcção, virião a Londres para este objecto, pedindo-me quisesse assistir-lhes com as minhas informações e avisos oportunos para melhor conseguirem os seus intentos. Os artigos que M.<sup>res</sup> Boulton e Wat requerem: São 1.<sup>o</sup> um privilégio exclusivo para que ninguém possa fazer destas máquinas, nos domínios e país sujeitos ao mesmo soberano, senão eles mesmos, ou seus agentes: e 2.<sup>o</sup> que lhe davam a 3.<sup>a</sup> parte da despesa que com a sua máquina se poupar, comparando-a com qualquer outra das antigas que produza o mesmo efeito.

- 2 — Pelo que respeita a obter um modelo perfeito destas novas máquinas, é coisa que ninguém, senão os mesmos M.<sup>res</sup> Wat e Boulton, podem fazer; mas eu sei que eles nunca o fizeram, nem fazem tenção de fazer este favor por valor ou interesse algum, segundo eles mesmos me têm assegurado repetidamente. Eu estou certo que nenhum artista de carácter se atreverá a emprender um tal modelo; muito mais estando certo que sem lhe dar as devidas proporções, esta máquina não produzirá o seu efeito.

Eu mesmo que conheço muito bem o seu mecanismo, não só pela ter visto em Birmingham, onde fui no Inverno passado com meu bom amigo o Conde Chastnet de Priy Segur, que aqui se achou quase até à Primavera, para a ver trabalhar, e tomar as informações com toda a exacção; mas porque tendo visto esta máquina toda desmontada em



pedaços, por causa de um acidente, não me atrevera a assegurar que um modelo feito segundo as medidas próprias dela, estaria no caso de dar completa e seguramente ideia da sua construção, com tal exacção, que se pudesse fazer uma grande sem arriscar muito. A razão que tenho para esta minha dúvida, é porque apesar de todo o cuidado, não é possível, ao menos moralmente, deixar de faltar ou de se enganar nas proporções das partes mais pequenas da máquina; e muitas vezes, muito pouco que nelas se erre, basta para que as que se fazem pelo modelo, não produzam o desejado efeito. Além disto deve considerar-se que a acção proporcional de um modelo, teria tão demasiada velocidade (nestas máquinas) que faria tudo em pedaços: e por esta razão os modelos que se fazem das antigas para os Cabinets (sic) de Física são alterados de modo que os *coups de piston*, ou golpes do êmbolo, sejam consideravelmente retardados: donde se segue que quem fizesse executar uma destas máquinas por um dos tais modelos, teria uma máquina sumamente imperfeita e defeituosa.

- 3 — Eu já disse a V. Ex.<sup>cia</sup>, que tenho um bom artista, que me promete de fazer um destes modelos, que mostrará os efeitos das máquinas antigas por 75 guinéus, ele é sujeito muito capaz, e tem feito vários que foram aplaudidos, M.<sup>r</sup> Allamond<sup>(1)</sup> Professor de Filosofia experimental; e meu bom amigo, na Universidade de Leyde teve um destes modelos, feito pelo mesmo sujeito, de que ficou bem satisfeito.

Porém a razão que acabo de mostrar sobre os modelos das máquinas modernas, milita também a respeito das antigas.

- 4 — Concluirei esta carta com dizer a V. Ex.<sup>cia</sup> com aquele affecto que sempre conservarei à Pátria até o último da vida, que para lá estabelecer uma destas máquinas com a maior segurança possível, e ainda com a menor despesa (pois os gastos de alterar, mudar, e emendar a construção defei-

---

(<sup>1</sup>) Encontrámos o seu nome citado nas *Philosophical Transactions*, 1755, p. 397: «Extract of Let XXVII.2 From Mons. Allamond, Professor of Philosophy at Leyden, and F. R. S. dated there Decem. 9 .1755, to Mr. Trembley, F. R. S.

Translated from the French».

tuosa de semelhante máquina, podem montar mais além do dobro e do triplo do seu custo efectivo) seria muito melhor mandar a Inglaterra algum engenheiro hábil; mas que seja sujeito prático, e não unicamente teórico; por exemplo algum moço que tenha já aprendido a trabalhar na erecção dos nossos moínhos, e em outras manufacturas: e melhor se fosse educado na nossa fundição, etc. Este passando em Birmingham 3 ou 4 meses, ou em outra qualquer parte onde se acham trabalhando estas máquinas, se acharia em estado de tornar para Portugal tão bem instruído que pudesse fazelas erigir e construir com toda a segurança. O exemplo que acima citei a V. Ex.<sup>cia</sup> de M.<sup>r</sup> Jarry, mostrará facilmente, que este método é o mais certo para obter o desejado fim.

Fico muito para servir a V. Ex.<sup>cia</sup>, e sou com o mais respeitoso affecto.

de V. Ex.<sup>cia</sup>

Servo mais humilde e obrigado

JOÃO HYACINTHO DE MAGALHAENS (1)

Londres 13 de Outubro — 78

---

(1) O nome de que, traduzido, no estrangeiro se servia era: Jean Hyacinthe de Magellan.



# MUSEU NACIONAL DA CIÊNCIA E DA TÉCNICA MEIO PEDAGÓGICO NA FORMAÇÃO PERMANENTE

ANTERO ARAGÃO ALEIXO

Engenheiro Elect. da Univ. de Nancy

Acedendo ao amável convite do Sr. Prof. Doutor Mário Silva, aliás endereçado a todos nas «Palavras de apresentação» do primeiro número das *Publicações do Museu Nacional da Ciência e da Técnica*, é com muito prazer que convido o leitor a ler estas breves considerações sobre o extraordinário interesse pedagógico dos Museus da Ciência e da Técnica.

As visitas de estudo que tive a oportunidade de realizar em 1969 ao Museum of Science and Industry de Chicago e ainda ao Museum Henry Ford em Dearborn — Michigan, integrado num grupo de finalistas das chamadas Grandes Écoles — France, levaram-me a considerar o extraordinário interesse pedagógico destas instituições, sem paralelo na Europa.

Com efeito, de entre os vários milhares de visitantes diários, uma larga percentagem não é de formação científica ou tecnológica, embora estejamos nos Estados Unidos da América, onde a evolução da técnica e da ciência atinge um grau de aceleração nunca alcançado e onde até as pessoas de cultura literária não escapam à atracção da técnica.

Ao observar a expressão da criança que se diverte com o choque de pêndulos de bolas, do adolescente que observa a simples montagem de foto-electricidade acompanhada de cartazes explicativos da aplicação nas foto-pilhas para alimentação de veículos espaciais, até ao adulto que prime botões do computador e procura inteirar-se da evolução da informática, ao observar o empenho de tais visitantes que participam plenamente dos objectivos de tais institui-

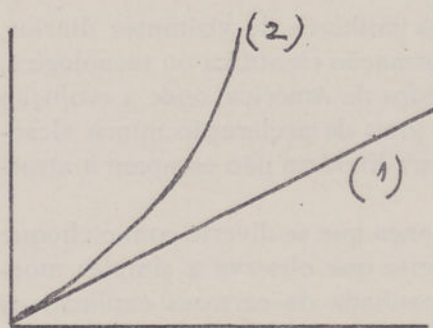
ções, surgiu-me a ideia da publicação de um breve artigo na *Revue des Grandes Écoles* — Université de Nancy. Em linhas gerais, reproduzo agora as mesmas considerações.

Estamos efectivamente numa época de extraordinária aceleração da ciência e da técnica e, mais do que nunca, para operar a mutação que se impõe de criação da mentalidade industrial, é evidente a necessidade de bons pedagogos e de meios pedagógicos apropriados. Ora, indiscutivelmente o interesse pedagógico de instituições como os Museus de Ciência e Tecnologia não carece de ser demonstrado porque se impõe à evidência. Iria mesmo mais longe, ao considerar não só o interesse como extraordinário instrumento pedagógico mas também social.

Com efeito tais instituições permitem despertar o interesse de jovens e a ocupação útil de tempos livres que de outra forma seriam dispendidos em ócio, bandos ou grupos de hippies ou em correrias loucas de motoretas poluidoras sob o aspecto sonoro, atmosférico e, sobretudo, causadoras de acidentes e desrespeito pelas regras de trânsito.

Independentemente da idade, sexo, formação de base ou carreira profissional, todo o ser humano dos nossos tempos depara com meios e fenómenos que carecem de ser compreendidos, pelo menos nos seus princípios gerais ou básicos, sob pena de haver divórcio ou rejeição, subestimação ou incompreensão.

Assistimos a um fenómeno de extraordinária aceleração técnica e científica, o que exige muitos e bons pedagogos, apoiados pelos adequados meios pedagógicos.



Poderemos considerar que a evolução normal dos conhecimentos humanos segue uma lei linear, conforme gráfico (1), enquanto que a evolução da técnica e da ciência segue uma lei exponencial (2).

Se é possível fazer evoluir um sistema físico (a temperatura, a pressão, o débito, a condutividade, o pH, etc.) mais ou menos rapidamente, já outro tanto não acontece com a evolução da capacidade humana. Para eliminar o afastamento entre as duas evoluções, cada vez mais



acentuado, torna-se imprescindível fazer formação permanente e dispor de meios pedagógicos apropriados.

Se o tema «formação permanente» está na ordem do dia, e constitui um dos pontos essenciais de preocupação dos responsáveis, docentes e discentes, não é menos certo que os meios pedagógicos são de capital importância para a rentabilidade de tal investimento.

Contrariamente à investigação dita fundamental ou teórica, apenas justificável em países altamente desenvolvidos e suficientemente ricos para se permitirem o luxo de terem elites que fazem realmente investigação e operou um retorno do capital investido, a existência de meios pedagógicos apropriados tais como as instituições de Museus da Ciência e da Tecnologia são justificáveis em todos os países, desenvolvidos, em fase dita de descolagem económica ou mesmo subdesenvolvidos.

Em todas as sociedades que não souberam ou puderam apanhar o comboio da chamada Revolução industrial, onde por tradição predomina a formação ou cultura literária, o interesse de instituições semelhantes aos Museus de Ciência e Tecnologia é indiscutivelmente considerável.

Ocorre-me nesta altura a ideia de relatar a surpresa verificada pessoalmente com estudantes noruegueses que cursavam Medicina em França, mais precisamente na Universidade de Nancy.

Quando da realização dos jogos olímpicos de inverno em Grenoble, o referido grupo de estudantes de Medicina seguia atentamente o desenrolar das provas através do écran da R. T. F. (Radio Television et Difusion Française) e vibravam com o êxito alcançado pelas equipas representativas da Noruega, especialmente em ski.

Logo pelas 8 horas da manhã, os amigos noruegueses, na impossibilidade de estarem presentes em Grenoble, apareciam e instalavam-se frente aos televisores das salas de convívio das Residências de estudantes das várias Cidades Universitárias.

Durante as férias de Natal, os amigos noruegueses que não puderam ir a casa ou fazer ski numa estação de inverno, em grupos de 5 ou 6 ocupavam-se a substituir pistões, camisas, cilindros, blocos, cambotas, bielas ou noutras intervenções de mecânica automóvel nos velhos carros dos estudantes pouco endinheirados e cujos pais não puderam oferecer-lhes de bandeja um BMW ou Volvo, Peugeot ou mesmo Jaguar. Surpreendido com a actividade destes amigos em pleno parque de estacionamento da residência universitária,

convertido para o efeito em oficinas de mecânica ao ar livre com temperatura de enregelar, sempre lhes perguntei: — «Mas afinal vocês fazem estudos de medicina ou de engenharia mecânica?» A resposta foi convincente e do seguinte teor: «É que nós na Escandinávia temos clubes de jovens que nas horas vagas se dedicam a aprender mecânica, electricidade, electrónica, agricultura, jardinagem, teatro, cinema e outras actividades úteis».

Dispondo de abastecimento de peças em estilo «self service» tal aprendizagem permite-lhes ocupação útil e agradável. Naturalmente que dispõem de instrutores, animadores e meios pedagógicos adequados.

Vem-me também à lembrança aquele jovem, filho de um engenheiro investigador da Ford, em Detroit, de quem fui convidado durante três dias. Depois de feita a apresentação da família, de passeio pelas imediações do «bungalow», de «party by the pool» ao domingo, chega finalmente John, um rapaz louro de 16 anos, cabelo curto e olhar vivo. O pai de John, que na altura trabalhava no novo projecto do carro com motor «steam engine» menos poluidor, explicou então que John tinha comprado o seu próprio carro usado, com dinheiro ganho a trabalhar durante as férias, numa oficina de mecânica.

Para operar progressivamente a mutação que se impõe na mentalidade de adultos e jovens, de forma a que tal possa vir a acontecer entre nós, estamos persuadidos de que além de animadores e pedagogos à altura, se exigem meios apropriados e convenientemente utilizados para retirar do investimento a maior rentabilidade.

A realização de visitas guiadas a Museus vivos da Ciência e da Tecnologia, complementadas por visitas a instalações industriais ou exposições, poderão despertar nos jovens ou adultos desejosos de reciclagem, aquele espírito de curiosidade científica ou técnica indispensável para a compreensão dos fenómenos ou inventos dos tempos modernos.

Evidentemente que o professor, animador ou guia terá que possuir qualidades pedagógicas natas ou desenvolvidas, tendo sempre presente a necessidade de espírito dito cartesiano.

As condições serão muito variáveis, conforme se trate de equipa homogénea ou heterogénea, em função do tempo disponível e dos objectivos ou do nível a atingir. Para tal, há que pôr em prática todo um conjunto de qualidades humanas muito mais



apreciadas pelos dirigentes e alunos do que a facilidade com que se demonstram os sábios teoremas ou belas equações integrais-diferenciais de Volterra.

Há que ter presentes no espírito um certo número de princípios mais ou menos evidentes, há longa data enunciados por Descartes no seu célebre *Discours de la Méthode* e desenvolvidos por eminentes pedagogos como o Prof. Carrad, na Suíça. Eis alguns desses princípios pedagógicos essenciais que definem a pedagogia activa.

- 1) Criar e manter o desejo de aprender. Se há uma troca entre dador e receptor, é absolutamente necessária uma vontade convergente, ou melhor, um binário afectivo a desenvolver pelo animador. Quantos alunos deixariam de desertar das aulas teóricas do tipo magistral do género monólogo, se fosse criado desde o início de cada aula um verdadeiro centro de interesse.
- 2) Estabelecer um equilíbrio entre os conhecimentos adquiridos e aqueles que é necessário transmitir.
- 3) Analisar, decompor.
- 4) Ir do simples ao complexo.
- 5) Ir do concreto ao abstracto.
- 6) Assegurar-se da boa compreensão dos assuntos expostos, a fim de modificar ou completar as partes menos claras.
- 7) Fazer um apelo à memória, ao raciocínio. A verdadeira participação caracteriza-se pelo facto de os interlocutores tomarem uma parte activa e eles próprios completarem o jogo iniciado pelo animador. O papel deste deveria reduzir-se ao de simples condutor do jogo e deveria eclipsar-se voluntariamente a fim de evitar a passividade do grupo.
- 8) Progredir por etapas ou escalões compatíveis com a compreensão do grupo.

Para terminar, digamos que se torna indispensável que o futuro professor ou agente transmissor de conhecimentos se treine no respeitante à aquisição e desenvolvimento destas qualidades; isto, bem entendido, a partir dos anfiteatros ou bancos da escola. É tempo de fazer com que as palavras «participação, pedagogia activa, etc.» adquiram um real significado.

Para conseguir tais objectivos, penso que a aula do tipo magistral deveria ceder o lugar a exposições e trabalhos de equipas. Estes trabalhos, bem entendido, deveriam ser supervisionados pelo próprio professor ou respectivos assistentes.

O interesse de tais exposições e trabalhos de grupo seria apreciado por todos, especialmente por aqueles (a grande maioria) que se apercebem da deformação pela competição.

Desta forma, o indispensável espírito de *équipe*, absolutamente necessário àquele que tem de integrar-se num grupo de trabalho ou mesmo de dirigir esse mesmo grupo, viria neutralizar o espírito de competição acentuado que caracteriza toda a vida escolar e profissional.



## ÍNDICE

	Págs.
Notas breves sobre o 2. <sup>o</sup> ano de vida do Museu Nacional da Ciência e da Técnica, pelo Professor Doutor Mário Silva ... ..	I
A Ovocénese no mesocricetus auratus, pelo Doutor Rogério dos Santos Cardoso Teixeira (Continuação do número anterior)...	1
Uma carta de João Hyacintho de Magalhaens, por Donzília Pires...	125
Museu Nacional da Ciência e da Técnica. Meio pedagógico na formação permanente, pelo Engenheiro Aragão Aleixo ... ..	141





ACABOU DE SE IMPRIMIR  
NAS OFICINAS DA «COIM-  
BRA EDITORA, LIMI-  
TADA» EM AGOSTO DE 1974







