

# Contribuição ao estudo da Microscopia Eletrônica no Instituto Butantan

---

*Contribution to the study of electron microscopy in the Instituto Butantan*

---

**Carlos Jared<sup>1</sup>**

---

1. Graduado em Ciências Biológicas, com doutorado em Morfologia pela Escola Paulista de Medicina, Universidade Federal de São Paulo, e Pós-doutorado em Biologia Integrativa pelo Departamento de Zoologia do Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo. Atualmente é Pesquisador Científico nível VI e Diretor do Laboratório de Biologia Celular do Instituto Butantan. Contato: carlos.jared@butantan.gov.br

---

No final da década de 1940 e início da seguinte, o Instituto Butantan já era mundialmente conhecido e conceituado, desenvolvendo intensa atividade de pesquisa científica biomédica e de produção de imunobiológicos. A microscopia eletrônica já havia sido desenvolvida na Alemanha antes da Segunda Guerra Mundial. A utilização de feixes de elétrons (com comprimentos de onda variáveis) era um avanço extraordinário na exploração do mundo microscópico, estancado desde finais do século XIX. Como o comprimento de onda da luz visível é fixo, a tecnologia já havia chegado ao máximo na utilização dessa luz e não havia meios de se obter maiores aumentos. A microscopia eletrônica, por outro lado, trazia aos laboratórios a possibilidade de se adentrar em um novo patamar de aumentos, impossíveis de se obter até então. Os microscópios de luz, ainda que limitados em relação a seus aumentos, continuaram (e continuam) a ser produzidos e aperfeiçoados, sendo largamente utilizados na rotina dos laboratórios.

A despeito dos elétrons possuírem massa, considerados minúsculas partículas, comportam-se também como onda, formando os feixes eletrônicos.

Assim, para a utilização dos feixes nessa microscopia eletrônica, foi necessário que os microscópios fossem construídos de forma a se adequarem às características do elétron. Nesse contexto, entra em cena o físico alemão Ernst Ruska (1906-1988) que, pesquisando os princípios dessa microscopia, demonstrou que o feixe eletrônico pode ser desviado quando submetido a um campo eletromagnético “imaterial”. Esse processo é muito semelhante ao que ocorre com as ondas de luz (que não são partículas) quando atravessam lentes “materiais” de vidro e sofrem desvios no seu trajeto. A partir da descoberta de Ruska, foi possível a criação das lentes eletromagnéticas e a construção do microscópio eletrônico. Entretanto, para que a propagação do feixe eletrônico ocorra, ele deve ser mantido em ambiente sob vácuo, já que, na condição de partícula, os elétrons são facilmente desviados chocando-se com as moléculas presentes no ar. Portanto, outra condição básica para a existência da microscopia eletrônica foi o aperfeiçoamento de colunas, mantidas a vácuo por meio de bombeamento permanente do ar, por onde o feixe se propaga e é utilizado.

Foi somente no pós-guerra que os microscópios eletrônicos começaram realmente a ser comercializados a partir da Alemanha, Inglaterra e América do Norte. Assim, Ernst Ruska, juntamente com a empresa Siemens, iniciou a linha de produção dos “über mikroskopies” ou os ÜM, como os primeiros modelos ficaram conhecidos. Em 1986, em reconhecimento ao seu trabalho e em função do avanço que a microscopia eletrônica concedeu à ciência, Ernst Ruska foi galardoado com o Prêmio Nobel de Física, dois anos antes de sua morte. O seu irmão, Helmut Ruska (1908-1973), era médico e biólogo e trabalhou em parceria com Ernst, acompanhando o desenvolvimento do aparelho e criando métodos para o seu uso nas ciências biológicas. Dessa forma, Helmut teve a primazia de estudar a ultraestrutura de vários organismos “submicroscópicos”, tal como os vírus, descrito no seu artigo “Ruska, H., Borries, B. & Ruska, E. (1939) Die Bedeutung der Übermikroskopie

für die Virusforschung. *Archiv für die gesamte Virusforschung* 1:155-169”.

Assim, em 1952, atenta à contemporaneidade e visando principalmente o estudo dos vírus, a antiga Seção de Vírus e Virusterapia do Instituto Butantan, sendo então chefiada pelo Dr. Aristides Vallejo-Freire, foi beneficiada com a aquisição de um microscópio eletrônico Siemens ÜM100b, modelo 1950, financiado pelo CNPq. Foi instalado no Pavilhão Lemos Monteiro, criando o Setor de Microscopia Eletrônica que, posteriormente, tornou-se independente, transformando-se na Seção de Microscopia Eletrônica e, após a década de 1990, no atual Laboratório de Biologia Celular. O técnico responsável por esse microscópio era o então jovem Adolpho Bunner Jr. que, posteriormente, levando em conta a sua longa carreira acadêmica, tornou-se um dos pioneiros da microscopia eletrônica no Brasil.

O dr. Vallejo-Freire, com o microscópio já devidamente instalado, e conhecendo as atividades e qualidades de Helmut Ruska, conseguiu, por meio de verba do CNPq e da autorização do governo americano, que Ruska viesse ao Brasil e desse um curso de Microscopia Eletrônica. Na época, Helmut era professor da Universidade do Estado de Nova York, em Albany. Passou, então, três meses durante o ano de 1954 ensinando aos ávidos alunos brasileiros, de diversas instituições, os princípios da microscopia eletrônica. Trouxe todas as técnicas, que ele próprio havia desenvolvido, de fixação, inclusão e contração do material biológico a ser introduzido e examinado no microscópio. Ensinou também os alunos a usarem o ultramicrotomo, equipamento capaz de fatiar o material em cortes extremamente finos, passíveis de serem atravessados pelo feixe de elétrons para a formação da imagem das minúsculas estruturas intracelulares. O mais difícil, entretanto, foi fazer com que os alunos se familiarizassem com as técnicas de interpretação das imagens desses cortes ultrafinos. Na época, os cientistas só tinham a dimensão das estruturas vistas ao microscópio de luz e a compreensão do que existia no interior das células, em grandes aumentos, era pouco perceptível e, ao

mesmo tempo, um grande enigma a ser desvendado. Como era um excelente professor e um ser humano muito acessível, acabou integrando uma boa equipe de entusiastas que trabalharam conjuntamente em vários temas e publicações. O primeiro trabalho, dentre vários outros, contendo material examinado por meio dos cortes ultrafinos, foi desenvolvido durante o próprio curso de Ruska e publicado logo em seguida, no artigo “Edwards GA, Souza Santos H, Brunner Jr. A, Souza Santos P, Sawaya P & Ruska H (1954) Electron microscopy in the study of insects. *Revista Brasileira de Entomologia* 2:97-104”. Entre os outros temas estudados no período, utilizando cortes ultrafinos e outros métodos de preparação do material biológico, constam a riquetsiemia, a estrutura dos neurônios e da sinapse neuromuscular, a ultraestrutura renal, a multiplicação do vírus vacínico em cultura de tecido e o estudo das células eritroides que, posteriormente, serviu de base para o doutorado de Adolpho Brunner Jr., defendido em 1969 sob a orientação do consagrado prof. Paulo Sawaya, do Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo. Posteriormente, o próprio dr. Brunner também se tornou professor credenciado nos Departamentos de Biologia e Fisiologia do IB-USP, orientando pós-graduandos em estudos voltados à biologia celular (na época denominada citologia).

Em 1961, já com todo o conhecimento adquirido sobre a microscopia eletrônica e sobre o uso do aparelho, novamente o Instituto Butantan foi contemplado pelo CNPq com mais um modelo da Siemens, agora o Elmiskop I. Apesar de ser o modelo produzido logo em seguida ao ÜM100b, era muito mais aperfeiçoado, com uma melhor resolução e com uma estrutura mecânica bem mais complexa e, ao mesmo tempo, muito acessível. Foi um dos modelos mais bem-sucedidos de microscópios eletrônicos de sua geração. Muitos desses Elmiskops ficaram em uso constante por quase trinta anos, produzindo, ainda, imagens de excelente qualidade. Um dos grandes avanços desse modelo, quando comparado ao ÜM100b, era dispensar o uso de salas anexas para o fornecimento de corrente elétrica

Imagem 1  
Carlos Jared ao lado do microscópio Elmikop, 1975.

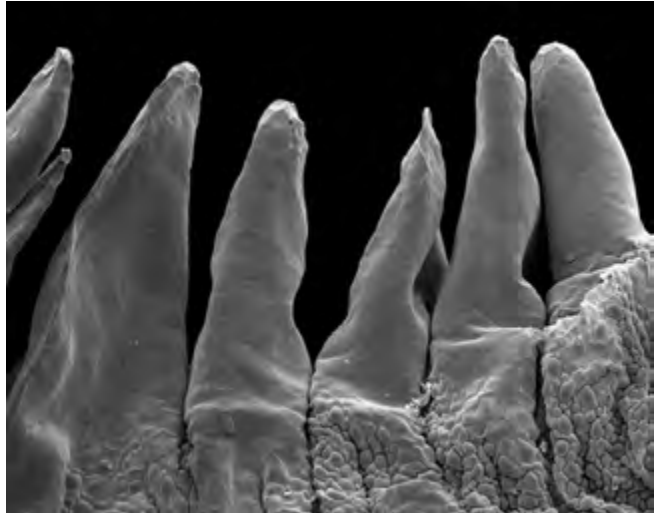


contínua, gerada em baterias elétricas, constituídas por grandes cubas de vidro ligadas em série. No caso do Butantan, esse anexo se constituía em uma sala no porão do Pavilhão Lemos Monteiro, localizada imediatamente abaixo da sala do microscópio. A gradativa miniaturização das baterias elétricas dispensou a necessidade de salas anexas, favorecendo aos microscópios a considerável diminuição de suas instalações.

Os dois antigos modelos foram usados durante 30 anos (o ÜM100B) e 26 anos (o Elmiskop), períodos de atividades considerados extremamente satisfatórios. Esses instrumentos apresentam constantes problemas de ordem técnica e 20 anos de uso já é suficiente para levá-los à desativação.

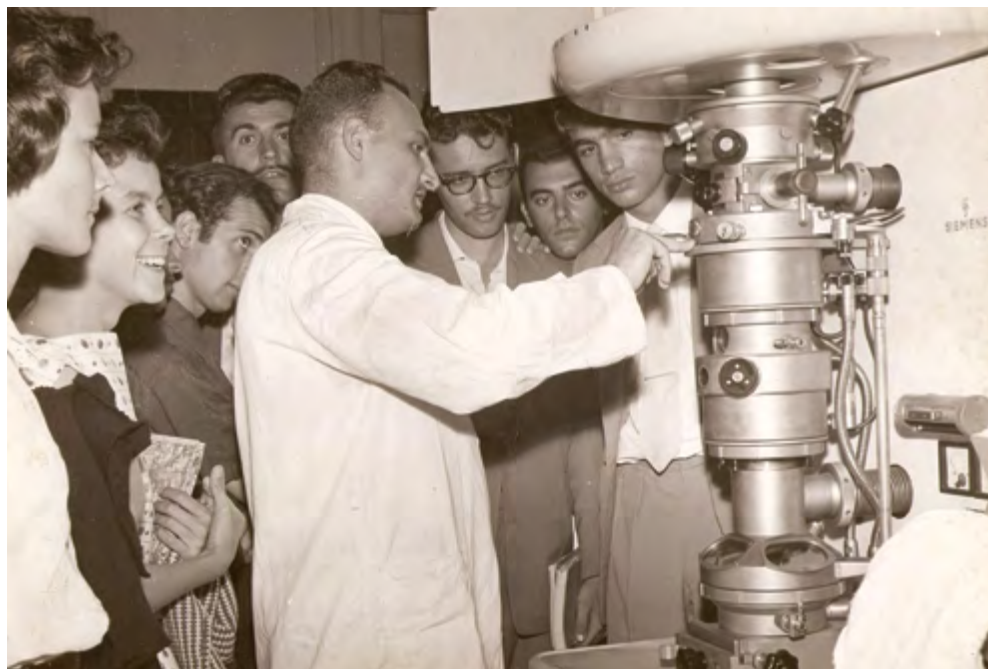
Em 1982, o Laboratório de Genética do Instituto Butantan também foi contemplado com um

Imagem 2  
Papilas da fosseta loreal da  
serpente *Bothrops jararaca* –  
microscopia de varredura.



microscópio Zeiss EM109, pois a Siemens, na época, já havia desativado a sua fabricação de microscópios eletrônicos. Esse modelo, o então “top” de linha, foi utilizado, inicialmente, em projetos mais voltados à genética. Mesmo com quase 35 anos de uso, ainda continua ativo e apresentando ótimo desempenho, após ter o seu sistema fotográfico modernizado digitalmente.

O Laboratório de Biologia Celular, além de desenvolver pesquisa científica propriamente dita, vem se tornando gradativamente um centro multiusuário. Conta com dois microscópios eletrônicos multiusuários, que atendem toda a comunidade científica do Butantan e instituições parceiras, além disso, com toda a infraestrutura de histologia e hitoquímica visando a obtenção de imagens em microscópios de luz e estereoscópios de alta resolução. Esses microscópios dispõem de técnicos especializados, que recebem os pesquisadores e os auxiliam nas técnicas e na obtenção de imagens. O microscópio de transmissão Zeiss, modelo LE0906E foi adquirido por meio de financiamento da Fapesp, em 2000, e vem sendo utilizado nos mais variados projetos do próprio Butantan, bem como os de outras instituições de pesquisa, desenvolvidos com a nossa instituição. Contamos também com um microscópio eletrônico da varredura, adquirido via Finep, em 2010. É um dos aparelhos atualmente mais utilizados, servindo



para uma grande gama de temas, desde a bacteriologia e imunologia até a zoologia.

Os dois microscópios que chegaram ao Butantan em 1952 e em 1961 hoje compõem o acervo do Museu Histórico e do Museu de Microbiologia, respectivamente. Em completa oposição aos microscópios atuais, cuja operação é toda realizada por meio de interface comandada por software, os dois eram totalmente mecânicos e podiam ser facilmente desmontados e montados, no caso de conserto de falhas ou vazamentos. No início, a aquisição de imagens necessitava de grandes chapas de filme de vidro de 6x9 cm. Mais tarde, pôde-se também contar com chapas de filme de celulose. Era realmente um trabalho artesanal, muito parecido com a lida diária dos relojoeiros. Realmente, na microscopia eletrônica trabalha-se com peças minúsculas e é necessário um grande grau de precisão e paciência. Foi por meio dessas qualidades, aliadas à constante curiosidade, que os cientistas vasculharam as células nos seus mais variados recônditos. Desbravaram as organelas e as suas moléculas, abrindo um mundo totalmente novo, o mundo ínfimo da morfologia e da dinâmica

Imagem 3  
Dr. Adolpho Brunner manipu-  
lando o ÛM 100b durante  
curso de Helmut Ruska em 1954  
(Acervo Instituto Butantan).

celular. Historicamente, o Butantan, por meio, por exemplo, do estudo de glândulas de veneno, cromossomos, vírus e bactérias, mecanismos de envenenamento e outras patologias, além de variados temas em zoologia, também deu (e tem dado) a sua contribuição a esse desbravamento. O que torna essa atividade ainda mais fascinante para os microscopistas, que lidam basicamente com imagens, sendo constantemente procurados para auxiliar a ilustração de artigos científicos. A microscopia eletrônica, com maior ênfase a de varredura, é capaz de fornecer quadros da natureza microscópica memoráveis. Para a confecção dos seus trabalhos científicos, esses morfologistas investem grandes esforços na aquisição da perfeita ilustração fotográfica, perseguindo as “infinitas formas de grande beleza”, como disse Darwin. Ainda que dificilmente percebido, esses cientistas estão profundamente imersos no mundo artístico e sempre à procura de um acordo harmônico entre a ciência e a estética.

Data de recebimento: 26/01/2017

Data de aprovação: 24/07/2017