

# Entrevista

Matemática Universitária Nº 11, junho de 1990, pp. 7-13.

No dia 23 de janeiro último o Professor Tomy Poggio, diretor do A.I. Lab do MIT, conversou com Alfredo Iusem e Laura Martignon sobre suas atividades e pontos de vista.

**L. Martignon** — Em Tübingen no ano de 1977, você estudava o sistema visual da mosca. Mas você é físico e hoje dirige o Laboratório de Inteligência Artificial do MIT. Pode nos explicar sua trajetória?

**T. Poggio** — Eu me formei em Física em Gênova. Já então me interessava pelo cérebro e a Inteligência Artificial. Fiz uma tese em Física Teórica que continha alguns capítulos sobre holografia. Meu orientador, Prof. Antonio Borsellino, era um físico teórico que já se ocupara de Biofísica e Cibernética. Logo após minha formatura fui convidado a trabalhar em Tübingen, no Instituto Max Planck de Cibernética. Lá fiquei dez anos, estudando modelos do sistema visual da mosca, associados a experimentos de comportamento e fisiologia. Ao mesmo tempo, estava interessado em outras coisas, como sistemas não lineares, memórias associativas e séries de Volterra. Em 1976, comecei a colaborar com David Marr, no Laboratório de Inteligência Artificial do MIT.

**L. Martignon** — O estudo da Física foi útil na sua atividade em Tübingen?

**T. Poggio** — Alguns dos modelos dos que me ocupava estavam relacionados com equações diferenciais estocásticas, tipo Kolmogorov-Fokker-Planck. Descrevi basicamente em termos probabilísticos, como uma mosca persegue outra mosca, ou seja, o sistema visual e motor que controla o tipo de comportamento conhecido como "tracking".

**L. Martignon** — Que características tem o sistema visual da mosca, que o fazem adequado para o estudo?

**T. Poggio** — A mosca tem um sistema nervoso suficientemente complexo para apresentar comportamentos interessantes e ao mesmo tempo suficientemente simples para permitir o seu estudo. Para dar uma idéia, o cérebro da mosca tem aproximadamente 300.000 neurônios, enquanto que o nosso tem aproximadamente 100 bilhões. Isso mostra a diferença de complexidade. Naturalmente, existem organismos muito simples, que também têm sido estudados, como certos vermes, que só têm algumas centenas de neurônios.

**L. Martignon** — Em Tübingen, você trabalhou no grupo de Reichardt. Esse grupo continua interessado na mosca?

**T. Poggio** — Sim, e diria que com progressos substanciais. O sistema nervoso da mosca é o mais bem conhecido.

**L. Martignon** — Qual é a diferença mais significativa entre os sistemas visuais da mosca e do homem?

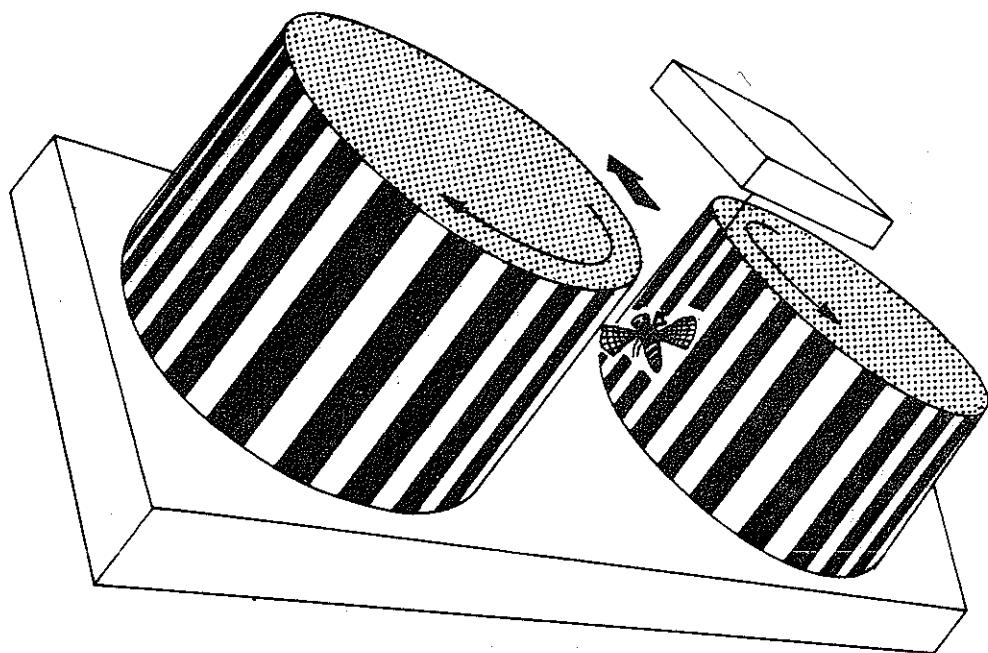
**T. Poggio** — A principal diferença é o número de fotoreceptores e sensores. Na mosca são 3000. Por outro lado, a ótica é diferente. De nossa análise resulta que o sistema visual da mosca é muito mais centrado na extração do movimento, para controlar tanto a trajetória quanto a velocidade dos objetos, com pouco reconhecimento do nível de visão estereoscópica ou colorida. De fato ela consegue muito bem fugir da mão humana e aterrizar na parede. As reações são de ordem de um milisegundo, muito rápidas! Alguns comportamentos são otimizados para a sobrevivência. São comportamentos muito simples, estreitamente vinculados ao sistema visual.

**L. Martignon** — Ao mesmo tempo, com Günther Palm\*, em Tübingen, você estudava as séries de Volterra?

**T. Poggio** — Sim, com Günther Palm estudei certos sistemas não lineares.

---

\* Autor de "Associative memories, an alternative approach" é o atual diretor do Instituto de Pesquisa Cibernética em Düsseldorf, Alemanha Ocidental.



Modelo de um dos aparelhos usados no Instituto Max Planck de Tübingen para estudar a visão da mosca.

L. Martignon — Ruído branco?

T. Poggio — Sim, no lugar dos sistemas lineares clássicos de engenharia, com “inputs” sinusoidais ou deltas de Dirac, consideramos “inputs” tipo ruído branco ou movimento browniano, na linha de Norbert Wiener.

L. Martignon — E como conheceu David Marr?

T. Poggio — Conheci-o numa viagem aos EUA. Logo o convidei a um congresso na Itália em 1976. Depois trabalhei com ele na formulação de um modelo de visão humana, que resultou num algoritmo de visão computacional, independente do nosso objetivo original. Marr morreu de leucemia em 1980.

L. Martignon — O seu trabalho atual no MIT se originou nessa colaboração?

T. Poggio — Após a morte de David, fui convidado a trabalhar lá.

L. Martignon — Este trabalho não tem muito a ver com a sua atividade em Tübingen...

T. Poggio — Não. O meu trabalho em Tübingen dependia estreitamente das pessoas que realizavam experimentos relacionados com as minhas teorias. Não acredito em teorias biológicas desligadas de experimentos.

L. Martignon — Não há moscas no MIT?

T. Poggio — Não há, não. Nos EUA o financiamento da Visão Computacional vem principalmente do National Institute of Health, que se interessa especialmente nas aplicações médicas, e portanto dá muito mais ênfase às pesquisas sobre vertebrados que às pesquisas sobre insetos. Além disso, depois de dedicar durante 10 anos a metade do meu tempo às moscas, queria mudar de abordagem.

L. Martignon — Deixou de lado as memórias associativas?

T. Poggio — Só recentemente, de certa forma, ao realizar o trabalho que apresentei no Workshop de Visão Computacional do IMPA, voltei às memórias associativas, relacionadas com redes neuronais, do ponto de vista de aprender a partir de exemplos, ou seja, não só memorizar, mas também generalizar.

L. Martignon — O que pode nos dizer desta moda das memórias associativas?

T. Poggio — Tenho as minhas críticas à explosão das redes neuronais, Reconheço que há um aspecto positivo: a ênfase dada às formas de aprendizagem suficientemente simples, de nível estatístico. É verdade que a distância destes modelos à realidade biológica é muito grande. Se nos interessarmos pela memória biológica, os problemas fundamentais são de natureza experimental. Problemas de bioquímica de cérebro. O que acon-

tece nos neurônios e sinapses quando o cérebro aprende. Mesmo assim, os métodos dos quais falei são interessantes independentemente da sua vinculação com modelos do cérebro...

**L. Martignon** — As questões de complexidade computacional são de interesse para problemas relacionados com o cérebro.

**T. Poggio** — Sim. Há trabalhos nesta direção; especialmente do grupo de Leslie Valiant em Harvard, que tentou formalizar o problema da aprendizagem analisando a sua complexidade, no sentido computacional desta palavra. É um trabalho relativamente recente, que atraiu muita gente. Eu, entre outros, estou trabalhando com Ron Rivest, do MIT, conhecido por seus trabalhos em Public Key Cryptography (algoritmo RAS), embora este tópico não esteja no centro da minha atenção.

**A. Iusem** — Quando foi publicado o livro de Marvin Minski\*, há 20 anos, houve uma verdadeira moda dos "neural networks", seguida de um extenso período de esquecimento, até que recentemente resurgiu com vitalidade. Esse ressurgimento é devido ao avanço nos recursos computacionais ou a algum progresso teórico?

**T. Poggio** — É moda agora e foi uma moda há 20 anos. As modas são como os vírus que reaparecem com cada geração e persistem até que ela fique imunizada. O pessoal que entrou nesta área recentemente esqueceu algumas dificuldades enfrentadas pela geração anterior. É verdade que hoje são viáveis coisas que eram computacionalmente impossíveis há 20 anos. Eu trabalho num modelo para reconhecimento de caracteres, com mil configurações, cada uma das quais requer 1024 bytes. Ou seja, preciso 1 megabyte para armazenar só os dados do modelo. Parece muito, mas já há "chips" de 1 megabyte que custam só 5 dólares cada um. Quanto à segunda possibilidade mencionada, não... não houve nenhum "breakthrough" teórico.

**A. Iusem** — As redes neuronais como modelo de funcionamento cerebral — que podemos descrever assim: o olho recebe no "input" e ele é processado iterativamente pelo "network" até convergir a uma memória (ou não

---

\*Perceptrons (em colaboração com Seymour Papert).

convergir) - têm sido criticadas com base no fato de que o tempo requerido para este processo iterativo é excessivo, segundo o nosso conhecimento de velocidade de transmissão de impulsos elétricos entre neurônios. Você concorda?

**T. Poggio** — Sim, e por muitas outras razões. O tempo não é a mais crítica delas. A revista "Time" cita a minha afirmação de que a única coisa em comum entre o cérebro e as redes neuronais é a palavra neuronal. O modelo da ativação neuronal (um neurônio se ativa se e somente se a intensidade elétrica que ele recebe ultrapassa um certo limiar), que biólogos como Mc Culloch e Pitts imaginavam há 50 anos, é uma excessiva simplificação da realidade neuronal, segundo os descobrimentos mais recentes sobre a complexidade bioquímica de neurônios, sinapses e membranas. Seria surpreendente se uma simplificação tão extrema pudesse captar os principais fenômenos. Mas devemos ter cuidado no nosso julgamento. Algumas simplificações excessivas produziram modelos bem sucedidos: basta citar o oscilador harmônico como modelo do átomo.

**A. Iusem** — Por outro lado, as redes neuronais vêm sendo defendidos como uma opção importante de arquitetura de computadores, porque fornecem a possibilidade de resultados que, embora determinísticos em última instância, são imprevisíveis a partir dos "inputs", e podem portanto imitar melhor as características do pensamento humano. Ouvi dizer que a próxima geração de computadores japoneses terá sistemas operativos baseados nas redes neuronais. Qual é a sua opinião?

**T. Poggio** — Acho que esse argumento é um pouco exagerado. A palavra "arquitetura" pode produzir certa confusão. Todos esses modelos são algoritmos rodados em arquiteturas padrão, isto é, máquinas de Von Neumann. Então a questão é a implementação eficiente destes algoritmos. E se falarmos sobre "hardware" especialmente desenhado para suportar redes neuronais, devemos especificar muito claramente os algoritmos em questão: "top fed", "back propagation", etc. Por outro lado, a característica de imprevisibilidade mencionada por você já está presente em certas técnicas clássicas, no mesmo espírito de "estimação estocástica", que têm sido negligenciadas em Inteligência Artificial. São semelhantes a algumas questões nas quais estou trabalhando atualmente.

**A. Iusem** — A abordagem dos irmãos Geman, que consiste em reduzir o problema de reconhecimento de padrões ao cálculo da função que minimiza um certo funcional num espaço de funções adequado, representa realmente uma inovação transcendental na Visão Computacional? Algumas pessoas acham que esta abordagem seria tão significativa quanto a abordagem hamiltoniana na mecânica, como contraposta a abordagem lagrangiana (que corresponderia às técnicas “clássicas” de Visão Computacional).

**T. Poggio** — Foi importante para mim porque é uma técnica que explorei desde o momento em que foi proposta como uma extensão das técnicas clássicas de regularização que tinha usado até então e que eram limitadas. É uma questão em aberto até que ponto esta abordagem é útil e poderosa na Visão Computacional. A opinião parece ser de que há algoritmos que são computacionalmente viáveis e úteis e que são aproximações ou casos particulares da proposta original dos irmãos Geman.

**L. Martignon** — Para concluir, uma pergunta que talvez deveria estar no começo da entrevista. Como você explicaria ao homem da rua o que é Visão Computacional?

**T. Poggio** — Gostaria de fazer uma comparação com Inteligência Artificial, que tem dois objetivos: entender o fenômeno de inteligência, e construir máquinas inteligentes. Analogamente, a Visão Computacional pretende estender os princípios subjacentes aos sistemas de visão, biológicos ou artificiais, e construir programas de computação que possam “ver”, isto é, reconhecer objetos e descrever cenas. Tanto em Inteligência Artificial quanto em Visão Computacional, trata-se de objetivos muito ambiciosos.