

373

Design & Narrativas criativas  
nos Processos de Prototipagem

# PROTÓTIPOS MIOELÉTRICOS

## SOBRE O AUTOR

**Zaven Paré** - zavenpare@gmail.com

Professor convidado do Programa de Pós-Graduação em Artes, Cultura e Linguagens, Instituto de Artes e Design, Universidade Federal de Juiz de Fora. Pesquisador em design de interação. Considerado um dos pioneiros do uso das artes eletrônicas no teatro. Foi Bolsista do *French American Fund of Performing Arts* em CalArts - 1999/2001, da RioArte em Arte e Tecnologia - 2002, da *Villa Kujoyama* em Kioto - 2009, da *Japan Society for Promotion of Sciences (JSPS)* no *Intelligent Robotics Laboratory* do Professor Hiroshi Ishiguro - 2010, aonde participou da criação do *Robot Actors Project* na Universidade de Osaka. Recebeu o Prêmio Sergio Motta de Arte e Tecnologia - 2011. É o autor do livro «*L'âge d'or de la robotique Japonaise*» (Paris: *Les belles lettres*) publicado em 2016.

<http://lattes.cnpq.br/2421130970303948>



## PROTÓTIPOS MIOELÉTRICOS

### *Myoelectric prototypes*

Zaven Paré

#### **Resumo:**

As próteses funcionam com *feedback*, um conceito-chave no centro da teoria do controle e da comunicação entre o homem e a máquina, também chamado de cibernética. Um conjunto de fotografias de propaganda com encenações de próteses de mão mioelétricas mostra o início da pesquisa soviética nessa área. O projeto de reprodução da complexidade de tal órgão mostra a dificuldade dessa tentativa de reinventar a mão. Na forma de um protótipo, esse novo artefato mantém a esperança de se tornar uma verdadeira inovação adaptável ao maior número de pacientes. Como o matemático Norbert Wiener e o roboticista Masahiro Mori atestam, não sem dificuldades, a pesquisa prótica parece ser um campo capaz de unificar a teoria da automatização, com a eletrônica e a teoria matemática da transmissão da informação.

**Palavras chaves:** Cibernética - Prótese - Norbert Wiener - Masahiro Mori - URSS

#### **Abstract:**

*Prostheses work by feedback, a key concept of the theory of command and communication between human and machine, also called cybernetics. A set of propaganda photographic documents featuring certain myoelectric hand prostheses, shows the beginnings of Soviet research in this area. The project of reproduction of the complexity of such an organ shows the difficulty of this attempt to reinvent the hand. In the form of a prototype, this new artifact maintains the hope of becoming a real innovation adaptable to the greatest number of users. As the mathematician, Norbert Wiener and the roboticist Masahiro Mori attested, not without difficulties, prostheses seem to be a unique field of research capable of unifying the automatic, the electronic and the mathematical theory of the transmission of information.*

**Keywords:** Cybernetics - Prosthesis - Norbert Wiener - Masahiro Mori - USSR

## O ACIDENTE

Em setembro de 1961, recém-retornado da União Soviética, o cibernético Norbert Wiener<sup>1</sup> (1894-1964) fraturou o fêmur na escada do seu escritório do MIT. Seu cirurgião ortopédico, que também estava de volta de uma viagem a este país, testemunhara os últimos desenvolvimentos protéticos russos, privadamente aqueles relacionados a uma mão emborrachada mioelétrica [fig.1] controlada por um dispositivo eletromecânico composto de sensores [fig.2] e servomotores<sup>2</sup>.



Figura 1 e Figura 2. Próteses soviéticas e dispositivo eletrônico dessas próteses (1961) - coleção privada. Através da busca por uma nova eficiência da simulação de funções morfológicas e com a aparente perda do determinismo, os órgãos artificiais exercem uma atração proporcional à sua complexidade.

1 Wiener N., *Cybernetics: Or Control and Communication in the Animal and the Machine*. Paris: Hermann & Cie & Cambridge Mass.: MIT Press, 1948.

2 Kobrinski A., "Bioelectric control of prosthetic devices," *Herald of the Academy of Sciences USSR, Moscow* (translation by US Office of Technical Services, Washington DC, USA, 1960), vol. 30, pp. 58-61, 1960.



Infelizmente, o médico só podia atestar o triunfo da biocibernética soviética para seu paciente. Pois, apesar de seu discurso na *Harvard Medical School* sobre o futuro da eletrônica médica no início dos anos 1950, Wiener observou a real ausência de avanços similares nos campos biomédicos nos Estados Unidos. Há dez anos, porém, ele havia sugerido que, se as terminações nervosas fossem quebradas, esperava-se que pudessem, no entanto, controlar as máquinas eletrônicas no futuro<sup>3</sup>. Em 1962, recuperado do seu acidente, no Congresso Internacional de Medicina Cibernética de Amsterdã, ele finalmente relata dos primeiros trabalhos nessa direção. “Quanto ao pé artificial, M. Wiener, a partir da observação de que o pé estava realizando principalmente movimentos reflexos coordenados com os do outro pé, pensava em acoplar os movimentos do pé artificial com os do pé saudável.”<sup>4</sup>

## O ESTADO DA CIÊNCIA



3 Conway F. et Spiegelman J., *Dark Hero of the Information Age: In Search of Norbert Wiener The Father of Cybernetics*, New York: Basic Books, 2006.

4 David A., *La cybernétique et l'humain*, Paris : Gallimard, 1965, pp. 90-91.

Figura 3. Ativação mioelétrica de um carro de controle remoto (1961) - coleção privada. Cada máquina é um dispositivo para fazer alguma coisa: cabos, parafusos, e esse algo é o seu propósito. O resto é um conjunto de meios variáveis, cujo conhecimento preciso pode permanecer indiferente.

Figura 4. Ativação mioelétrica de um trem elétrico e de um carro de controle remoto (1961) - coleção privada. Cada máquina é um dispositivo para fazer alguma coisa: trilhos, cabos, parafusos, e esse algo é o seu propósito. O resto é um conjunto de meios variáveis, cujo conhecimento preciso pode permanecer indiferente.



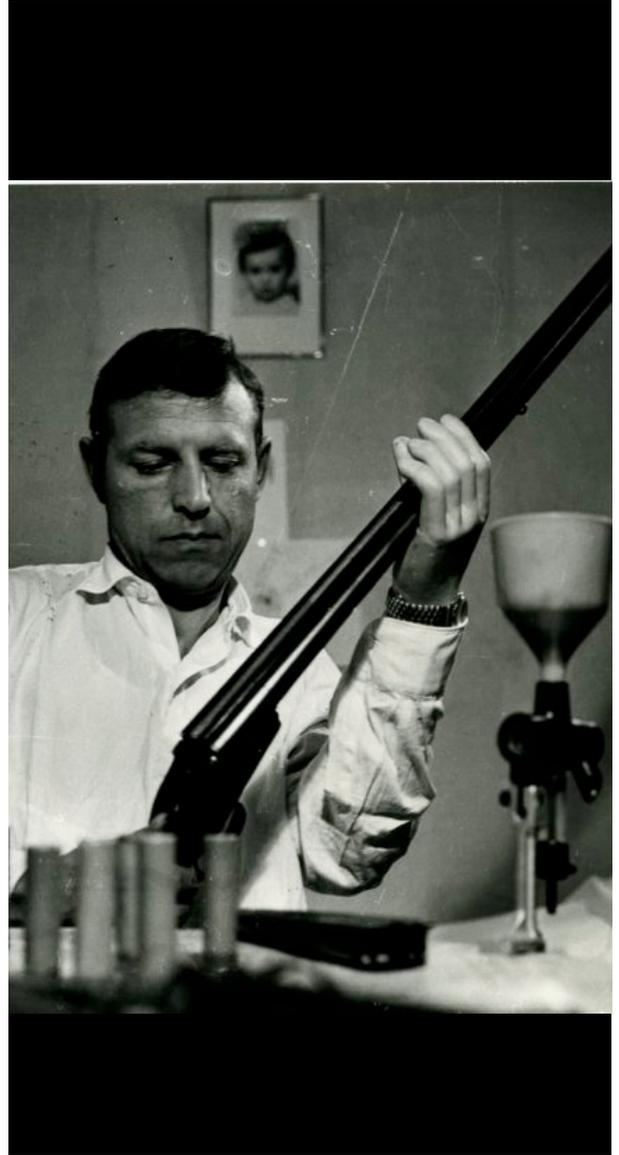
5 Starobinski J., *Histoire de la médecine*, Paris: Cercle du bibliophile, 1963, p.42.

6 Kobrinski A., "Utilization of biocurrents for control purposes," *Report of the USSR Academy of Science, Department of Technical Sciences, Energetics and Automation (translation by P Barta, UNB, 1966)*, vol. 3, 1959.

7 La Mettrie J. O. de, *L'homme-Machine*, Leyde : Elie Luzac, 1747.

Datando desses mesmos anos, estas fotografias documentam e promovem dispositivos protéticos soviéticos. As encenações dessas fotografias objetivam literalmente a possibilidade de reparar o homem com aparato que imita o antebraço e a mão, na filiação das primeiras próteses, ou até mesmo, do tratado de Ambroise Paré que atestava pela primeira vez, no século XVI, uma preocupação com a recuperação funcional<sup>5</sup>. Desta vez, auxiliados por uma interface eletrônica, estes dispositivos transformam um estado interno (um impulso nervoso) numa realidade externa correspondente (via um sinal elétrico)<sup>6</sup>. Objetos de demonstrações e estudos, essas obras-primas da miniaturização eletrônica permitem o acionamento de um dispositivo elétrico (brinquedos: um trem elétrico [fig.3] ou um carro de controle remoto [fig.4]), e consecutivamente permitem a possibilidade de controlar uma prótese: uma mão artificial que se torna uma ferramenta efetora.

Esse tipo de prótese deixa de ter um estatuto de artefato, tal como um mecanismo primitivo que progride, tornando-se dispositivo eletrônico. Isso ilustra a passagem de uma representação mecanicista do homem-máquina<sup>7</sup> à possibilidade existencial



de máquinas feitas pelo homem para o homem através do uso da eletricidade. Nesta série de registros fotográficos em que essas mãos artificiais e suas funções são assim contextualizadas, o dispositivo em questão substitui o membro amputado, simula sua presença e sua função motora, pela ação e um gesto mais ou menos qualificado, imitando, acompanhando, ajudando a pegar um urso de plástico [fig.5], segurando uma arma [fig.6] ou fazendo um brinde [fig.10].

Da vida de laboratório às experiências do cotidiano, os exemplos de uso dessas próteses servem não apenas para compensar a deficiência, mas também parecem ajudar a recuperar a dignidade na vida social, no trabalho [fig.7], com a família [fig.8] ou com amigos [fig.10], apesar de suas funções ainda muito limitadas. "Essas mãos artificiais contêm um motor na região do metacarpo que produz apenas o movimento de pinça para o simples agarramento, com uma força máxima de 15 kg."<sup>8</sup> Em um relatório bastante abrangente para o *l'Institut de Réhabilitation* de Montreal (1964), o Dr. David Sherman descreve sua inspeção desses protótipos no *Central Prosthetic Research Institute*, em Moscou, e no *National Prosthetic Center* em Roehampton, na

Figura 5 e Figura 6. Ativação mioelétrica do agarramento da mão artificial (1961) - Coleção privada. A antiga ferida caiu de repente nas mãos da medicina e da cibernética. Está agora dentro da competência deles resgatando as mecanizações correspondentes as certas partes do homem.

8 Sherman E.D., "A Russian bioelectric-controlled prosthesis: Report of a research team from the Rehabilitation Institute of Montreal", *Canadian Medical Association Journal*, vol. 91, iss. 24, 1964, p.268.



Figura 7 e Figura 8. A Mão Artificial no Trabalho e em Família (1961) - Coleção Privada. De que efeito de presença e de que movimentos deve se beneficiar uma cópia protética para imitar as funções do braço?

Grã-Bretanha. Tecnicamente, as qualidades mais notáveis já são a miniaturização dos transistores usados para amplificar o sinal elétrico: a aparente ausência de atrasos de transmissão de sinal, no acionamento e na parada, graças ao feedback ocular, e a sincronização com o uso de baterias. Assim, com tal dispositivo eletrônico, nota-se um benefício de economia de energia. A diminuição do tamanho das baterias usadas no cinto também parece ser um outro avanço significativo. Feita de alumínio, na maior parte das vezes, a estrutura do braço suporta um motor na altura do pulso que aciona o movimento de um grampo formado pelo polegar e 3 dos 5 dedos para segurar (na direção do eixo do braço). As falanges também são mantidas em uma leve posição de flexão. Clinicamente, o amputado deve aprender a individualizar uma contração isométrica de um ou de mais músculos selecionados. Mas, infelizmente, no começo da implementação deste tipo da tecnologia, muitas vezes observa-se problemas do contato dos eletrodos com a pele, devido ao suor e ao problema da gravidade, apesar das correias que fixam o antebraço no braço ou no ombro (nas fotos, observe-se que a prótese é sempre apresentada para cima).

## A UNCANNY VALLEY

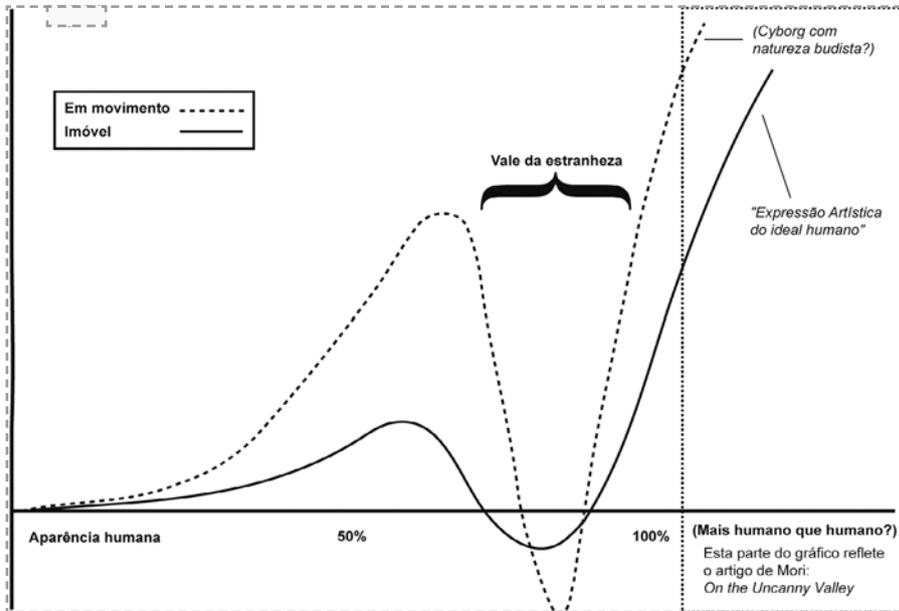
Embora o ortopedista de Wiener parecesse espantado com a esperança de tais avanços tecnológicos, essas fotografias em preto-e-branco, no entanto, escondem outras limitações funcionais reais desses dispositivos (uma única função não adaptativa à qual, na maioria das vezes, será preferido o gancho ou o grampo): seu custo, mas também sua diferença de elasticidade e pigmentação com a pele humana e a repulsão causada ao seu contato. É essa mesma diferença que inspirou a sensação de inquietação<sup>9</sup> para o robótico japonês Masahiro Mori: uma má experiência tátil com uma mão protética está na origem de sua teoria da *Uncanny Valley*<sup>10</sup> [Fig.9]. Em seu artigo de 1970, ele descreve essa reação de rejeição sobre o que parece familiar e cuja experiência sensorial revela ainda uma súbita dissimilaridade:

9 Freud S., *L'inquiétante étrangeté*, Paris: Gallimard, 1933.

10 MORI, M., "The Uncanny Valley", in *Energy* 7(4), 1970.

Quando a aparência é humana o suficiente para causar confusão, toda manifestação não humana provoca um sentimento de estranheza. Mori citou a prótese da mão como exemplo: se você apertar a mão de alguém que tem uma prótese, pode sentir uma sensação de medo ao entrar em contato com uma mão que não tem calor, nem a flexibilidade que sua aparência deixou você esperar.<sup>13</sup>

Figura 9. Gráfico da Uncanny Valley<sup>11</sup> com a adição que Mori fez ao seu gráfico inicial em 2005<sup>12</sup>. A mão protética está no fundo do "vale da estranheza", na sua vertente ascendente, na encruzilhada com o objeto petrificado ou mórbido.



11 Mori M., *On the Uncanny Valley*, *Proceeding of the Humanoids*, in *Workshop : Views of the Uncanny Valley*, *International Conference on Humanoid Robots, IEEE-RAS*, Tsukuba, 5 December 2005.

12 Z. Paré, *O robô e a maçã*. Rio de Janeiro: 7Letras, 2010, p.19 ([https://www.academia.edu/22446452/Comi\\_uma\\_ma%C3%A7%C3%A3\\_na\\_presen%C3%A7a\\_de\\_um\\_rob%C3%B4\\_O\\_Rob%C3%B4\\_e\\_a\\_ma%C3%A7%C3%A3\\_Rio\\_de\\_Janeiro\\_7Letras\\_2010\\_](https://www.academia.edu/22446452/Comi_uma_ma%C3%A7%C3%A3_na_presen%C3%A7a_de_um_rob%C3%B4_O_Rob%C3%B4_e_a_ma%C3%A7%C3%A3_Rio_de_Janeiro_7Letras_2010_)).

13 E. Grimaud, Z. Paré. *Le jour où les robots mangeront des pommes*, Paris: Petra, 2011, p. 12..



Figura 10. Duas mãos artificiais que brindam com copos de verdadeiro cristal (1961) - Coleção privada. *Ou o órgão substituído é apenas uma máquina, ou ele tem algo milagroso.*

## O CORPO FRAGMENTADO

No final da Guerra, depois dos campos de concentração, no rescaldo das bombas, os corpos eram expostos em todos os seus estados: mutilados, ressecados, queimados ou projetados no espaço em mil pedaços. Graças à descoberta do fator Rh, as transfusões se tornaram comuns, os transplantes de órgãos foram possíveis e os direitos de propriedade dos corpos também mudaram. Contemporâneo dessas fotografias, o estudioso russo Vladimir Demikhov tentou transplantar a cabeça de um cachorro<sup>14</sup>, e o corpo de Yuri Gagarin fez uma ida e volta no espaço. Mas, considerando-se a precisão sutural, a melhoria do cálculo balístico desenvolvido por Wiener, ou ainda, os experimentos mais ou menos bem sucedidos na elaboração de protótipos de mãos um tanto convincentes, o que parece mais chamar a nossa atenção é a própria ideia de um projeto de propaganda soviética: a deficiência transfigurada pelo *boom* científico daquele momento também parece participar do ideal de um Homem Novo.

Como o projeto cibernético e a tentativa de eliminar a desigualdade biológica, a tecnologia médica, a cirurgia e a engenharia protética contribuem artificialmente para redefinir a integridade da representação do corpo humano, provavelmente na ideia de um futuro Homem, aceitável e reprogramável, mas, acima de tudo, reparável como um campeão.

*Zaven Paré (Pesquisador em design de interação). Escola Superior de Design Industrial, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, autor do livro L'âge d'or de la robotique japonaise, Paris: Les Belles Lettres, 2016.*

## REFERÊNCIAS

CONWAY F. et SPIEGELMAN J., **Dark Hero of the Information Age: In Search of Norbert Wiener The Father of Cybernetics**, New York: Basic Books, 2006.

DAVID A., **La cybernétique et l'humain**, Paris : Gallimard, 1965, pp. 90-91.

E. GRIMAUD, Z. PARÉ. **Le jour où les robots mangeront des pommes**, Paris: Petra, 2011, p. 12..

FREUD S., **L'inquiétante étrangeté**, Paris: Gallimard, 1933.

KOBRINSKI A., **Utilization of biocurrents for control purposes**, *Report of the USSR Academy of Science, Department of Technical Sciences, Energetics and Automation (translation by P Barta, UNB, 1966)*, vol. 3, 1959;

\_\_\_ **Bioelectric control of prosthetic devices**, *Herald of the Academy of Sciences USSR, Moscow (translation by US Office of Technical Services, Washington DC, USA, 1960)*, vol. 30, pp. 58-61, 1960.

<sup>14</sup> Paré Z., "El coloquio de los perros", in *Cyber Art*, Rio de Janeiro: 7 Letras, 2009, pp.41-42 ([https://www.academia.edu/22438546/El\\_coloquio\\_de\\_los\\_perros\\_Catalog\\_Cyber\\_Art\\_Rio\\_de\\_Janeiro\\_2009\\_](https://www.academia.edu/22438546/El_coloquio_de_los_perros_Catalog_Cyber_Art_Rio_de_Janeiro_2009_)).

LA METTRIE J. O. de, **L'homme-Machine**, Leyde : Elie Luzac, 1747.

MORI M., **On the Uncanny Valley, Proceeding of the Humanoids**, in Workshop: Views of the Uncanny Valley, International Conference on Humanoid Robots, IEEE-RAS, Tsukuba, 5 décembre 2005.

MORI, M. The Uncanny Valley, in **Energy** 7(4), 1970.

PARÉ A., **La manière de traiter les plaies**, Paris : Veuve J. de Brie, 1551, pp. 71-72 et 73.

PARÉ Z., **O robô e a maçã**. Rio de Janeiro: 7Letras, 2010;

\_\_\_El coloquio de los perros, in **Cyber Art**, Rio de Janeiro: 7 Letras, 2009, pp.41-42;

\_\_\_Interview : Le Bouddha dans le robot, Rencontre avec Masahiro Mori, Gradhiva, **Revue d'anthropologie et d'histoire des arts**, n° 15, Robots étrangement humains, Musée du Quai Branly, Paris, 2012, p.142-161.

SHERMAN E.D., A Russian bioelectric-controlled prosthesis: Report of a research team from the Rehabilitation Institute of Montreal, **Canadian Medical Association Journal**, vol. 91, iss. 24, 1964, p.268.

STAROBINSKI J., **Histoire de la médecine**, Paris: Cercle du bibliophile, 1963, p.42.

WIENER N., **Cybernetics: Or Control and Communication in the Animal and the Machine**. Paris: Hermann & Cie & Cambridge Mass.: MIT Press, 1948.

