

AUTÔMATOS: A MECÂNICA COMO IMITAÇÃO DA VIDA

Angélica Beatriz Castro
UFMG

ISSN 2316-6479

Resumo

A construção de autômatos foi um modo notório de busca de imitação da vida, com registros históricos que vão desde a Grécia helênica até a Europa do século XVIII. Essas construções eram motivadas tanto por uma atitude investigativa, de busca de controle pela imitação da natureza, como por uma atitude contemplativa, que reconhecia o deleite causado pelas pequenas figuras animadas construídas tecnicamente. Essa foi uma fase imaginativa e imitativa do percurso técnico, estimulada por uma atitude utilitária, mas que também gerou objetos incomuns e de forte apelo estético.

Palavras chave: autômatos, mecânica, imitação, vida.

Abstract

The construction of automata was a notorious attempt to imitate life, with historical records ranging from Hellenic Greece to the eighteenth-century Europe. These constructions were motivated both by an investigative attitude, that attempted to control nature through imitation, and by a contemplative attitude, which recognized the delight caused by small technically constructed animated figures. This was an imaginative and imitative phase of technical development. Although it was stimulated by a utilitarian attitude, it also generated unusual objects with a strong aesthetic appeal.

Keywords: automata, mechanics, imitation, life.

Por muito tempo, a mecânica atuou pela imitação da aparência de fenômenos naturais. Um dos modos mais notórios de proceder a essa imitação foi a construção de autômatos. Essa atividade, com antecedentes que remontam à Grécia helênica, tinha como motivação tanto a busca de controle sobre a natureza quanto a graça e a curiosidade despertados pelos mecanismos. Acreditava-se que a reprodução de imagens móveis da vida, através da mecânica, poderia levar à compreensão e ao controle de processos naturais (HADOT, 2006). A construção de autômatos mobilizou tanto uma postura investigativa diante da natureza, quanto uma atitude de admiração e contemplação. A história desses mecanismos é pontuada com diversos momentos em que as duas atitudes são testemunhadas. Até o período em que foram construídas com seriedade e viva curiosidade, no século XVIII, tais construções não eram consideradas arte, mas também não se associavam à mecânica utilitária. Eram quase sempre um divertimento popular mas, em determinada época, chegaram a suscitar

discussões filosóficas acaloradas. Autômatos foram construídos por muito tempo e, muito da tecnologia atual deriva dos desenvolvimentos mecânicos necessários para animar as figuras automáticas.

Autômatos eram máquinas de motor oculto que pareciam se mover por si mesmas. Forças motrizes comuns para esse tipo de objeto eram os pesos e as molas, mas também havia autômatos movidos por forças externas a eles como o vento ou a água. Algumas definições reconhecem como autômatos quaisquer objetos que se movam por motor oculto, incluindo relógios e espetos giratórios (LOSANO, 1992). Porém, a definição da Enciclopédia de Diderot e d'Alembert cita apenas engenhos antropomorfos, o que exclui outros tipos de mecanismos semoventes como sendo autômatos. Na mesma enciclopédia há, ainda, os verbetes andróide e andreíde, que designam autômatos de aparência humana. A aparência humana ou animal, aliada à origem oculta do movimento, era motivo de surpresa em relação a esses mecanismos. Essas máquinas buscavam a imitação da forma e do movimento de organismos vivos, e às vezes integravam a imitação do som. Seus construtores eram julgados como sacrílegos que recorriam à magia. Herão de Alexandria, um mecânico do século III a.C, desejava fazer as figuras “tão pequenas que dentro delas não possa caber alguém que as mova” (BALDI *apud* LOSANO, 1992, p.16), a fim de combater as suspeitas de charlatanismo.

Há registros da construção de autômatos entre os séculos III a.C e XVIII. Tais mecanismos foram construídos na Grécia, no Egito (Alexandria), no mundo árabe, na Europa e no Oriente. A construção de autômatos esteve sempre relacionada à construção de relógios (LOSANO, 1992, p.13). A aproximação entre relojoaria e máquinas semoventes vem desde as origens gregas da mecânica e permanece até hoje, com a relojoaria de luxo. Na antiguidade, costumava-se produzir relógios, vasos e fontes decorados com pequenas figuras moventes, humanas ou animais, que realizavam movimentos nem sempre relacionados com a contagem do tempo. Na Grécia do período Helenístico, a mecânica foi desenvolvida por Arquimedes, Arquitas e Eudóxio, que desenvolviam tanto mecanismos úteis, como máquinas de guerra e relógios, quanto autômatos. O conhecimento sistematizado nessa época foi transferido para Alexandria, por volta dos séculos III e I a.C., onde mecânicos como Ctesíbio e Herão os desenvolveram e escreveram tratados sobre essa técnica. Os objetos construídos nesse período incluíam mecanismos hidráulicos e pneumáticos, sendo órgãos, relógios d'água (clepsídras), máquinas de guerra e autômatos.

Há evidências de que o conhecimento grego de mecânica tenha sido transferido para a cultura árabe. A mecânica árabe atingiu seu ápice com o

trabalho do mecânico Al-Jazari, que explorava tanto a graça quanto a utilidade das figuras que produziu. Al-Jazari publicou manuscritos ilustrados que tiveram múltiplas cópias. As ilustrações desse mecânico formam uma importante iconografia da máquina. As cores, a antiguidade, e a complexidade das interações entre engrenagens, figuras e animais sugerem o fascínio por mecanismos complexos. As influências dessas imagens na arte podem ser encontradas nas especulações sobre a obra “O grande vidro”, de Marcel Duchamp, que tratam da possibilidade da imagem ter sido inspirada em uma das máquinas de Al-Jazari (LOSANO, 1992). Também é possível comparar as ilustrações de Al-Jazari com as ilustrações do livro “*Le macchine di Munari*”, de Bruno Munari, publicado em 1942. Mesmo que a iconografia de Al-Jazari não seja um antecedente direto, o caráter imaginativo, o aspecto lúdico e a complexidade dos mecanismos nessas ilustrações remete às imagens do mecânico.

Entre os mecânicos antigos, Al-Jazari notoriamente se aproximava de um espírito contemplativo ao se preocupar com a graça e a diversão oferecidas por seus autômatos. Tais mecanismos, às vezes, tinham no entretenimento sua única utilidade. Ele também parecia se entusiasmar pelo engenho do funcionamento, mesmo em mecanismos úteis. Alguns autômatos eram pequenas encenações repetidas a períodos regulares, já que o mecanismo dos autômatos segue os mesmos princípios de mecanismos de relógios. Em um deles, duas figuras encenam a ação de beber vinho, e essa ação se repete a cada sete minutos e meio (um oitavo de hora). Havia também uma barca que servia para alegrar os banquetes. Na barca estavam representados alguns convidados de uma festa, que eram imóveis, e mais quatro instrumentistas que se moviam e produziam sons através do mecanismo hidráulico da barca. Era colocada água em um recipiente, e a barca se movimentava por cerca de meia hora. Depois os instrumentos soavam brevemente e os remos retomavam seu movimento. A ação se repetia quinze vezes, ao final das quais o recipiente precisava ser preenchido com água novamente (LOSANO, 1992). Semelhante a um relógio, a ação sempre acontecia a intervalos regulares.

Como um artista a explorar o potencial sensível da máquina, Al-Jazari se preocupava em tornar seus mecanismos atraentes, mesmo que sua finalidade fosse prática. Em um equipamento destinado a derramar a água de uma bacia para um canal, foram empregados cordas de seda, potes, roda e disco, delicados e coloridos, assim como a miniatura de um boi, que parecia mover a si mesmo e o disco situado abaixo dele. Isso dava a sensação de que o boizinho, enquanto se movia, fazia mover todo o mecanismo (LOSANO, 1992). O mecânico era inventivo e parecia se entusiasmar pelo funcionamento e as possibilidades

abertas por ele. Para Al-Jazari, toda a preocupação estética deveria ser, tanto quanto a própria utilidade, uma verdadeira necessidade (LOSANO, 1992).

Os conhecimentos desenvolvidos na mecânica árabe possivelmente foram transferidos para a Europa, mas não há provas contundentes dessa transferência (LOSANO, 1992, p.31). Antes que a mecânica de autômatos ressurgisse no Renascimento, houve na Idade Média desenvolvimentos expressivos na construção de relógios mecânicos, e uma viva fantasia em torno de figuras mecânicas. Na Idade Média, as descrições de autômatos se misturam com lendas e magia, tornando-as tão imprecisas quanto fascinantes. Uma das lendas medievais fala de um certo mecânico (ou mago) chamado Virgílio, personagem inspirado, aparentemente, em histórias misteriosas do poeta histórico, em mirabolantes histórias vindas do Oriente, e em passagens acrescentadas ao longo do tempo pela fantasia popular (LOSANO, 1992, p.50). Um tratado medieval apresenta o relato de que um tal Virgílio, bispo de Nápoles, teria construído uma mosca mecânica que, por oito anos, manteve longe da cidade todas as moscas verdadeiras. Outros relatos fantasiosos da construção de autômatos se referem a três cabeças mecânicas falantes. Enquanto a produção de autômatos se restringia ao campo das narrativas fantásticas, a construção de relógios mecânicos encontrou um desenvolvimento tal que permitiu a miniaturização dos mecanismos, através da mola espiral. A solução técnica da mola permitiria que os autômatos pudessem ser transportáveis e compactos. Essa solução foi fundamental para que o motor de relógios e autômatos permanecesse essencialmente o mesmo até o advento da eletrônica (LOSANO, 1992).

No período do Renascimento, volta a prática da construção de autômatos, e continuam os desenvolvimentos da mecânica e da construção de relógios. Nessa época, os mediadores islâmicos e medievais foram esquecidos em favor de uma antecedência unicamente clássica para a mecânica. A maioria dos autômatos era destinado às cortes, por isso seu papel era de divertimento cênico: eram empregados como atores ou figurantes em cenografias ao gosto da época, sobre mesas, em teatros e em jardins. Nos banquetes, aparatos cenográficos e autômatos apresentavam as iguarias que seriam servidas, e nos jardins eram elaboradas verdadeiras cenas, que os enchiam de vida aparente movida a mecanismos hidráulicos. A produção de autômatos ocorria nas cidades alemãs de Augsburgo e Nuremberg, em oficinas especializadas. Eram representações mitológicas e de animais. Não havia representações religiosas, pois os autômatos assumiam um caráter lúdico que não convinha a tais representações. Nessa altura, podiam ser considerados objetos de arte: eram feitos para puro deleite e, por enquanto, sem os contornos filosóficos que apareceriam no Iluminismo.

Produzidos por trabalho manual e com materiais caros (ouro, pedras preciosas, madeiras nobres e peles de animais), eram diversões principescas, presentes para serem trocados entre chefes de estado. Eram peças de mecânica aplicada, que empregavam materiais luxuosos e se direcionavam à diversão.

A partir do século XVII, a cultura começa a se tornar mais racional, materialista e laica, o que favoreceria, mais tarde, a ocorrência da industrialização. As atividades práticas e teóricas começam a se aproximar em importância, e o debate sobre a distinção entre artes liberais e artes mecânicas se intensifica. No século XVIII, ciência e técnica estão prestes a se unir. A união entre ciência (saber) e técnica (fazer), gera a tecnologia (ciência a serviço do fazer eficiente), e participa no desenvolvimento de máquinas. Com ela, ocorre a valorização da busca de conhecimentos que pudessem ser aplicados para questões da vida diária. Nesse contexto de abertura a novas possibilidades para a técnica, a construção de autômatos deixa de apenas assombrar as plateias e passa a mexer fortemente com suas concepções. O apelo imaginativo se junta à demonstração do que o humano é capaz de fazer por meio do conhecimento que sistematiza. Os autômatos do século XVIII eram considerados grandes feitos da engenharia ou brinquedos filosóficos (WOOD, 2002). Eram admirados por sua capacidade de imitação do vivo e pelas potências que essa capacidade poderia despertar. Como brinquedos filosóficos, desafiavam o público a acreditar que comportamentos de seres vivos poderiam ser imitados espontaneamente por máquinas puras. Como grandes feitos de engenharia, serviram de base para mecanismos úteis, como teares mecânicos, desenvolvidos posteriormente por construtores de autômatos.

O realismo de alguns mecanismos com forma humana intrigavam o público, e seus construtores gostavam de brincar com esse efeito. Os autômatos dos suíços Jaquet-Droz interpretavam verdadeiras cenas. Desses construtores, ficaram conhecidos três bonecos de aparência infantil: um escrevia frases, outro desenhava, e uma tocava órgão. A tocadora de órgão possuía mãos e braços bem articulados, pois os sons derivavam da pressão dos dedos sobre as teclas do instrumento. O órgão funcionava com um sistema de foles, que alimentava o tubo correspondente a cada tecla acionada. Esse mesmo sistema pneumático servia para mover o peito da instrumentista, para dar aparência de respiração. A encenação se completava com o movimento dos cílios, a inclinação do tronco e o deslocamento suave dos braços. Quanto aos autômatos escritor e desenhista, seu realismo se encontrava em inúmeros detalhes: na pressão variável da pena, que permitia linhas mais grossas ou mais finas, nas pausas durante a execução da tarefa, em que o autômato parecia conferir o andamento do trabalho, e até mesmo no gesto de soprar a folha para livrá-la da sujeira que poderia ter caído

durante o trabalho. Por causa desse realismo, os jornais da época exageravam suas virtudes: “O *Vosische Zeitung* de Berlim, por exemplo, informava em 1775 que o boneco ‘molha a pena, livra-a do excesso de tinta e escreve de modo claro e correto tudo o que é ditado, sem que ninguém o toque” (LOSANO, pg. 85). O autômato escritor, para desafiar a plateia, incluía em seu repertório a máxima cartesiana “Penso, logo existo”. A perfeição com que os autômatos da época imitavam os gestos dos vivos confundiam seus contemporâneos. Se um tipo de máquina consegue imitar gestos e tarefas cotidianas, algum aperfeiçoamento a mais na técnica poderia levar a máquina a pensar por si mesma?

Esse questionamento acompanha a trajetória de um famoso autômato construído pelo barão austríaco Wolfgang von Kempelen, em 1769: o jogador de xadrez. Trata-se de um boneco com trajes exóticos, postado diante de uma grande caixa sobre a qual ficava montado um tabuleiro de xadrez. O turco, como também era conhecido, jogava as partidas e costumava vencê-las. A apresentação do autômato consistia de sua colocação em cena, da abertura sequencial dos compartimentos da caixa, para mostrar que não poderia haver ninguém escondido neles, e também do deslocamento do autômato sobre rodízios, para mostrar que o funcionamento do autômato dependia exclusivamente do que estava dentro dele. O construtor do autômato garantia que seu funcionamento derivava de um truque simples. Sua contribuição para manter o mistério foi apenas não revelar esse segredo. Depois que Kempelen o vendeu, os proprietários seguintes passaram a apresentá-lo como “pura máquina” em exposições populares na Europa e Estados Unidos. Isso aumentou o mistério em torno do autômato e fez com que aparecesse muita especulação em torno dele. Entre essas especulações, se destaca o estudo detalhado empreendido por Edgar Allan Poe para escrever o ensaio “O jogador de xadrez de Maelzel”. Poe argumenta que há intervenção humana para a performance do autômato, pois os cálculos necessários para os movimentos de um jogo como o xadrez não poderiam ser feitos facilmente nem pela mais avançada máquina de calcular da época: a máquina analítica de Charles Babbage. Então, o mistério só poderia residir na forma como se produz a intervenção humana no mecanismo. Poe admite que há uma pessoa no interior da máquina o tempo todo, mas refuta todas as explicações que apresentam essa hipótese, por defenderem que a pessoa oculta devesse ser um anão ou uma criança. Para o autor, o mecanismo comporta perfeitamente um adulto. Vários detalhes da apresentação teriam a finalidade de ocultar a pessoa, por exemplo: o jogo é sempre iluminado por velas, e o oponente nunca se aproxima do autômato, pois jogam em tabuleiros diferentes. A análise de Edgar Allan Poe é uma das mais brilhantes sobre o

autômato, mas não pôde ser confirmada, pois o autômato foi destruído em um incêndio no museu chinês da Filadélfia, em 1854, mesmo ano da morte de seu último proprietário (POE, 2003).

O turco, junto com o escritor de Jaquet-Droz, atestam o temor e o desejo de que a capacidade de pensar um dia fosse construída como mecanismo. Mas o mecanismo de relógio usado nesses empreendimentos não é adequado a esse propósito. É necessária maior flexibilidade, que pode ser vislumbrada a partir do software. Softwares são mecanismos com potencial de reconfiguração dinâmica: podem funcionar como engrenagens virtuais, que se modificam a si mesmas a fim de estender suas próprias capacidades dentro do que foi programado. O programa de computador está limitado pela capacidade do hardware, mas esta também tende a aumentar. A partir da invenção do computador, podemos considerar que os limites da mecanização são desconhecidos e abertos (SCHA, 1992). Atualmente, “Mechanical Turk” é o nome de um serviço de *crowdsourcing*¹ da Amazon. Trata-se de um serviço de “inteligência artificial artificial”, em que pessoas do mundo todo são agenciadas para fazer pequenas tarefas em troca de pequenos pagamentos. O serviço é útil para pesquisas de opinião e para quaisquer tarefas extensas que possam ser fragmentadas e delegadas a pessoas sem formação específica. Esse serviço de *crowdsourcing* foi utilizado pelo artista Aaron Koblin para propor produções colaborativas através da web, como os trabalhos *The sheep market e Ten thousand cents*.

No momento em que autômatos como o jogador de xadrez eram construídos, pensava-se na relação entre seres vivos e máquinas. A faculdade de pensar era a que mais remotamente poderia ser imitada por algum mecanismo, mas cogitava-se que o humano não estaria longe de reproduzir a fisiologia animal em forma de máquina. O filósofo René Descartes, em seu Discurso do Método, de 1637, comparava animais a mecanismos:

De nenhuma maneira isso parecerá estranho àqueles que, sabendo quantos *autômatos* diferentes ou máquinas móveis pode engendrar a indústria humana, utilizando somente um número de peças reduzidíssimo em comparação com a enorme quantidade de ossos, músculos, nervos, artérias, veias e todas as demais partes de que é composto o corpo de cada animal, considerarem esse corpo como uma máquina que, tendo sido obra das mãos de Deus, é sem comparação possível mais bem arrumada e tem em si movimentos mais admiráveis do que qualquer daquelas que os homens possam inventar (DESCARTES, p.102, 1978, grifo do original).

1 Modelo de produção colaborativa em que usuários da Internet fazem, voluntariamente, pequenas contribuições a um projeto extenso.

A tentação de comparar o organismo humano com máquina muito complexa e bem acabada aparece em diversas épocas, e é especialmente frequente no Iluminismo. Se Descartes não chegou a afirmar a correspondência total entre humano e mecanismo, não faltou quem o fizesse. O médico francês Julien Offray de la Mettrie é famoso por seu ensaio “O homem-máquina”, de 1748, em que defende que a alma seria tão dependente da organização do cérebro e do corpo que, aparentemente, não seria nada mais que essa organização.

Por causa da busca insistente da imitação de seres vivos, e dos sucessos que impressionavam seus contemporâneos, os construtores de autômatos passaram a ser chamados frequentemente de “modernos prometeus”. Esse é também o subtítulo do romance Frankenstein, de Mary Shelley, que narra a construção, a partir de cadáveres, de um monstro que ganha vida. Um poema de Voltaire dedicado ao mecânico Jacques de Vaucanson também dá pistas sobre essa denominação: “O audaz Vaucanson, rival de Prometeu, / Parecia, imitando da natureza os mecanismos, / Tomar o fogo dos céus para os corpos animar” (VOLTAIRE² *apud* LOSANO, 1992, p. 78). Vistas hoje, essas invenções parecem movidas mais por um sentimento de curiosidade e encantamento do que de busca por dominação da natureza. Mas o temor da dominação estava implícito em cada movimento de imitação precisa do vivo emitido por essas figuras, que anunciavam a reprodução da vida por meios puramente mecânicos. Dentre os três autômatos famosos de Vaucanson, construídos na década de 1730, dois deles eram réplicas de esculturas e tocavam instrumentos musicais. Imitar essas ações poderia ter pretensões apenas estéticas, mas esse não era o caso no contexto da construção de autômatos no século XVIII. O terceiro autômato de Vaucanson não imitava uma ação de um organismo vivo, mas uma função fisiológica (trata-se do “pato digeridor”). O compromisso de Vaucanson com a construção de autômatos era mesmo com a imitação do organismo vivo, como mostra o nome com que costumava chamar suas criações: “*anatomies mouvantes*”. Nos autômatos instrumentistas, o tocador de flauta e o tamborileiro, o construtor imitava o movimento dos dedos, a pressão sobre o instrumento e o mais complexo: a direção e a intensidade dos sopros modulados pelos lábios e o diafragma. Já no pato digeridor, Vaucanson expressa sua pretensão em reproduzir a mecânica da digestão em três pontos: engolir, macerar e dissolver, expelir. O pato ficou conhecido como autômato que reproduz cuidadosamente o sistema ligado à digestão e também toda a anatomia do animal, como atesta

2 Segundo Losano, os versos estão registrados em cartas do poeta publicadas em coletânea.

o relato de Edgar Allan Poe, feito a partir da leitura de David Brewster³: “Em sua estrutura anatômica, o artista fizera uso da mais alta habilidade. Cada osso do pato real tinha seu correspondente no autômato, e as asas eram anatomicamente exatas” (POE, pg. 387). Os relatos de Brewster provavelmente eram exagerados, mas mostram o fascínio exercido diante da possibilidade de imitação da anatomia e das ações de organismos vivos por meio de mecanismos produzidos pelo humano. Para o mágico Robert-Houdin, que afirma ter visto o pato em 1844, o ato de comer e beber da máquina nada tinha a ver com a substância expelida: não havia processo de transformação, e a digestão se trataria de um truque (LOSANO, 1992). Não é possível comprovar as narrativas em torno do autômato: nem as atribuídas a seu inventor, nem as dos especuladores. Mesmo os que estiveram na presença da máquina não puderam ter certezas sobre seu funcionamento, sobretudo aqueles que as viram anos depois de serem vendidas, como Robert-Houdin. Os autômatos de Vaucanson foram comprados por colecionadores que não conseguiram mantê-los funcionando. Com o tempo, essas máquinas foram se degradando.

Vaucanson, Jaquet-Droz e Von Kempelen possivelmente formam o último capítulo dessa história dos autômatos no ocidente. Jaquet-Droz, atualmente, dá nome a uma empresa de relojoaria de luxo, que utiliza os autômatos históricos, ainda conservados, para promover sua atualidade e seu legado. Jacques de Vaucanson construiu, a partir do mecanismo de seu autômato flautista, um dos primeiros teares mecânicos, do qual deriva o famoso tear Jacquard (SCHA, 1992; WOOD, 2001). Embora os autômatos de Vaucanson estejam entre os mais conhecidos do século XVIII, muitos pesquisadores os consideram como um episódio juvenil de sua carreira de cientista.

A construção de autômatos foi uma fase imaginativa e imitativa do percurso técnico, estimulada por uma atitude utilitária, mas que gerou objetos incomuns e de forte apelo estético. Ainda não eram máquinas que direcionavam a eficiência das pessoas no trabalho, mas mexiam com suas concepções e sensibilidade. O construtor desses objetos se colocava como autor da experiência com o funcionamento. O mecânico se via encarregado de extrair do mecanismo todas as suas potencialidades: da utilidade ao fascínio do movimento artificial, da eficiência à experiência cênica. O que o mecânico fazia era empregar engenho e imaginação para variar as construções conhecidas na busca de atender às mais variadas necessidades do corpo e do espírito humanos, mas não ainda em uma

3 David Brewster escreveu as “Letters on natural magic” endereçadas a Walter Scott, e também dirigiu a enciclopédia de Edimburgo entre 1808 e 1830. Dessa enciclopédia, Poe tira muitos exemplos e definições de autômatos e andróides para seu ensaio “O jogador de xadrez de Maelzel”. Brewster também é conhecido por ter inventado o caleidoscópio.

busca apaixonada pela eficiência. Os autômatos eram imagens mecânicas da vida, empreendimentos ambiciosos que, após as modificações sociais intensas causadas pela industrialização, podem parecer ingênuos. Buscava-se a imitação de um ser em todos os seus detalhes, enquanto com a industrialização, passou-se a desejar a imitação da força de milhares de seres vivos em busca de eficiência na geração de trabalho. Os primeiros teares mecânicos surgem logo após os autômatos de Jaquet-Droz, Vaucanson e Von Kempelen. A mecânica passa a se aplicar majoritariamente a questões práticas, mas ainda conserva seu potencial estético na construção de máquinas destinadas a despertar experiências sensíveis através de movimento, som e luz artificiais.

Referências bibliográficas

- DESCARTES, René. *Discurso sobre o Método*. São Paulo: Hemus, 1978.
- HADOT, Pierre. *O véu de Ísis: Ensaio sobre a história da ideia de natureza*. São Paulo: Loyola, 2006.
- LOSANO, Mario G. *História de autômatos: da Grécia antiga à Belle Époque*. São Paulo: Companhia das Letras, 1992.
- POE, Edgar Allan. O jogador de xadrez de Maelzel. In: POE, Edgar Allan. *Histórias Extraordinárias*. São Paulo: Nova Cultural, 2003.
- RUSSO, Lucio. *The Forgotten Revolution: How Science Was Born in 300 BC and Why it Had to Be Reborn*. New York: Springer-Verlag, 2004.
- WOOD, Gaby. *Edison's Eve: A magical history of the quest for mechanical life*. New York: Alfred A. Knopf, 2002.

Documentos eletrônicos

- BUENO, Daniel. Engrenagens que contam histórias: as máquinas de Munari. *Revista Emília* Disponível em: <<http://www.revistaemilia.com.br/mostraphp?id=203>> Acesso em: 27/06/2013
- SCHA, Remko. Virtual Voices. *Mediamatic Magazine*, v. 7, n.1, Amsterdam, 1992. Disponível em: <<http://www.mediamatic.net/8635/en/virtual-voices-1>>. Acesso em: 10/09/2013
- JAQUET-DROZ. Disponível em: <<http://www.jaquet-droz.com/>>. Acesso em: 14/10/2013
- MECHANICAL TURK. Amazon. Disponível em: <<https://www.mturk.com/mturk/welcome>>. Acesso em: 14/10/2013

Minicurrículo

Angélica Beatriz Castro – Possui graduação em Artes Plásticas pela Universidade Federal de Uberlândia (2006) e cursa mestrado em arte na EBA/UFMG. Atualmente é professora dos cursos de graduação "Cinema de Animação e Artes Digitais", da EBA-UFMG, e do curso de "Design", da EA-UFMG e EBA-UFMG. Ministra regularmente as disciplinas "Desenho para cinema de animação", "Crítica e produção para a web", e "Oficina do Percurso Gráfico I". Atuou como professora substituta do Departamento de Artes Visuais da Universidade Federal de Uberlândia, ministrando a disciplina Arte Computacional e coordenando o Laboratório de Arte Computacional.