

Máquinas vivientes

Autor: Paula Castillo

info@paucast.com.ar

Este trabajo se hizo en el marco de los proyectos de investigación “Nuevos territorios de la generatividad en las artes electrónicas: su convergencia con la robótica, la Realidad Aumentada y el Net.Art.” – Director Emiliano Causa- Facultad de Bellas Artes de la Universidad Nacional de La Plata (Argentina) – Diag.78 N° 680 Ciudad de La Plata.

Resumen

La robótica emplea procedimientos automáticos como sustrato, que hibridados con otros medios, contextos y formas, traza nuevos paradigmas en el terreno artístico. La forma estética de la obra ya no es el epicentro de la creación, sino su comportamiento; la generatividad expresada como sistema de reglas capaces de brindarle autonomía y respuesta perceptiva a estímulos externos. Para abordar el estado del arte robótico, se realizó una línea temporal dividida por edades, basadas en el predominio de rasgos comunes (tecnológicos, conceptuales, temáticos, funcionales, geográficos), la labor de artistas destacados y sus antecedentes históricos.

marioneta

autómata

robot

mímesis

bio-métrica

bio-cibernética

generatividad

1. Introducción

La historia del arte ha desplegado una persistente inquietud por la fiel mimesis de la realidad. Dan cuenta de ello todas las técnicas e invenciones que engloban desde la perspectiva hasta el holograma, pasando por la pintura al óleo, la fotografía, el cine, el arte genético y la robótica. Con el paso del tiempo se han sumado dimensiones, perfeccionado las técnicas de representación, dotado de vida a objetos inanimados y se han creado nuevos dispositivos capaces de romper la cuarta pared permitiendo que el espectador, antaño destinado a la mera contemplación de la obra, pueda interactuar con ella y magnificar su experiencia.

Dominados por la idea de crear mecanismos que destellen un aura de vida se diseñan máquinas cuyo carácter orgánico emula comportamientos propios de la naturaleza. El poder del arte es la creación, la extinción de las barreras entre el hombre y los objetos creados a su semejanza. La robótica permite la re-creación humana, otorgando “vida” a objetos inanimados mediante algoritmos y piezas electromecánicas capaces de dotarles comportamiento, inteligencia e independencia. La desconcertante extrañeza de vernos a nosotros mismos representados mecánicamente, de que algo que nos resulta familiar nos es ajeno al mismo tiempo, da lugar a una sensación incómodamente extraña o familiarmente incómoda. Esta disonancia cognitiva se debe a la naturaleza paradójica de ser atraídos pero rechazados por un objeto al mismo tiempo. Freud, en su teoría de Lo Siniestro afirma que: *“...Ernst Jentsch¹ destacó, como caso por excelencia de lo siniestro, la «duda de que un ser aparentemente animado, sea en efecto viviente; y a la inversa: de que un objeto sin vida esté en alguna forma animado, aduciendo con tal fin, la impresión que despiertan las figuras de cera, las muñecas «sabias» y los autómatas. Compara esta impresión con la que producen las crisis epilépticas y las manifestaciones de la demencia, pues tales fenómenos evocarían en nosotros vagas nociones de procesos automáticos, mecánicos, que podrían ocultarse bajo el cuadro habitual de nuestra vida.”*²

La expresión “uncanny valley” (en español: *valle inquietante*) es evocada para denominar la sensación espeluznante y siniestra que despiertan ciertas réplicas humanas hiperrealistas, ya sean robóticas o generadas por CGI, que no logran del todo igualar el aspecto, movimiento, halo de vida y carácter humano. Esta respuesta repulsiva se produce porque dichas simulaciones se alejan del nivel de semejanza humana tolerado.

El cerebro humano aloja una especie de neuronas “espejo” que son activadas cuando se genera una suerte de identificación imaginaria con un ser artificial, y se espera que reaccione humanamente en aspecto y comportamiento. Por lo tanto un robot hiperrealista genera una “brecha de expectativa” que podría desencadenar una actividad cerebral extra y producir sensaciones de extrañeza.

El matemático británico Alan Turing, a partir de la premisa “¿pue-

den pensar las máquinas?” desarrolla en 1950 un test que permite comprobar si una máquina puede mantener una conversación “creíble” con un ser humano. Un juez humano se involucra en una conversación con un humano y una máquina; si el primero es incapaz de diferenciar cuál es cuál, entonces la máquina pasa la prueba. El objetivo del test no radica en comprobar la capacidad de dar la respuesta correcta, sino en cuán semejante es a la típica respuesta humana. Si bien por ese entonces el test era difícil de pasar, Alan Turing predijo que en el año 2000 las computadoras estarían dotadas de suficiente memoria y capacidad de procesamiento para pasar la prueba.

De la misma manera que el ADN³ es un programa diseñado para conferir estructura y auto conservación de las especies vivientes, los organismos artificiales poseen un sistema de instrucciones pre-programadas que les proporciona estructura, comportamiento y capacidad de realizar acciones adaptativas para responder a situaciones cada vez más complejas. A este concepto lo emparento con la definición que Philip Galanter otorga al Arte Generativo refiriéndose a tal como “...cualquier práctica artística donde el artista crea un proceso, como un conjunto de reglas del lenguaje natural, un programa de ordenador, una máquina, u otros procedimientos de invención, que luego se pone en marcha con cierto grado de autonomía contribuyendo o resultando en una obra de arte completa”.⁴

El avance tecnológico y la consecuente acumulación incalculable de datos ha dado lugar a un sistema de memoria, a una lógica de pensamiento *informático* paralelo al *humano*, que muchos artistas sueñan hibridar para dar origen a una nueva especie que contenga las virtudes de ambas.

2. Línea evolutiva del Arte Robótico

El imaginario mitológico, literario, cinematográfico y científico promovió a lo largo del tiempo, el caldo de cultivo óptimo para la gestación del Arte Robótico que hoy en día conocemos. Se transitaron muchas generaciones de experimentos con títeres, marionetas y autómatas para llegar a la creación de robots comandado por células vivas, capaces de tener independencia, inteligencia y discernimiento propios. A continuación se detalla una cronología donde se especifican las características, artistas y obras destacadas de cada edad:

2.1. Edad de las marionetas

Los orígenes del arte robótico y el teatro se encuentran muy emparentados. El concepto de manipulación de seres sin alma a modo de avatar o replicante humano se remonta 6.000 años atrás. El teatro de marionetas, reservado a la transmisión de valores culturales e historias en rituales, celebraciones o meramente por entretenimiento, es una actividad teatral consistente en la animación de

objetos carentes de vida mediante la intervención activa de una persona operante viva. Las primeras marionetas estaban construidas con fragmentos articulados de madera, terracota o marfil accionado por cadenas o alambres. La marioneta desempeña el rol de sustituto humano, aunque disminuida y artificial, requiere de fuerzas superiores o seres que lo manejen, estableciéndose una relación simbiótica entre ambos.

2.2. Edad de los autómatas: magia, vapor y poleas

En la antigüedad se construyen artefactos, como la rueda, el engranaje, el molino y la catapulta, que permiten desempeñar aquellas tareas cotidianas repetitivas que demandan demasiado tiempo y esfuerzo humano. Dichas tecnologías fueron aplicadas en la construcción de autómatas, ya no con fines utilitarios sino religiosos, artísticos y lúdicos; estas figuras mecánicas diseñadas para asemejarse en aspecto y comportamiento a animales, plantas y personas están “programadas” para realizar tareas fijas, como la repetición de un movimiento, la emisión de un sonido o la demostración de algún principio científico básico. Su estructura interna, compuesta por engranajes y válvulas, es activada por flujos de aire, agua caliente, palancas, poleas y contrapesos para dar vida a pequeños artefactos antropo o zoomorfos, a grandes espacios, jardines y monumentos, todos ellos dotados de un halo de “vida”.

En el año 1500AC el ingeniero Amenhotep construye una estatua para el Rey Memon de Etiopía, que emitía sonidos al ser iluminada por rayos solares del amanecer.⁵ Este y muchos otros artefactos mecánicos creados en el antiguo Egipto, la mayoría asociados a cultos religiosos adoptando la forma de estatuas, reyes o dioses, emitían fuego por sus ojos o poseían articulaciones móviles, que activadas por autoridades de algún templo, generaban el asombro y temor de los fieles que la contemplaban.

En la *Ilíada* de Homero se narra que Hefesto, dios del fuego y la forja, construye además de tronos y accesorios de orfebrería para los dioses, dos sirvientas autómatas forjadas en oro para su servicio, con el aspecto de jóvenes mujeres vivas dotadas de inteligencia, fuerza y el don del habla.

El filósofo y matemático griego Archytas de Tarento, fundador de la mecánica matemática y pionero en la construcción de máquinas automáticas crea el primer artefacto volador autopropulsado a vapor con forma de paloma, contenía en sus entrañas un globo de aire que le permitía sostenerse en el aire.

En China, en el siglo III AC, para entretenimiento del emperador Mu, el artesano e ingeniero Yan Shi construye una orquesta mecánica y juguetes autómatas a escala real, utilizando cuero, madera, goma y laca de colores. El emperador, maravillado no podía creer que esas criaturas fueran creadas artificialmente y se comportaran como seres reales.⁶

En el siglo I DC el poeta romano Petronius narra la historia de una

muñeca plateada que posee escala y movimientos humanos. Paralelamente, el matemático e ingeniero griego Heron de Alexandria, mecánico y constructor de figuras movidas por vapor, construye un teatro de autómatas accionado por pesas y depósitos de arena.⁷

En el siglo XIII DC el pensador musulmán al-Jazari experimenta con relojes de agua y mecanismos hidráulicos; en su manuscrito *“El Libro del Conocimiento de ingeniosos dispositivos mecánicos”*⁸, describe los autómatas y artefactos mecánicos utilizados en el islam primitivo como el Reloj Elefante y Servidores de vino. Sus experimentos y métodos posiblemente hayan inspirado la obra de Da Vinci.

2.3. Edad de la relojería

En la Edad Media se construyen muñecos autómatas a partir de mecanismos de relojería, capaces de recrear situaciones reales, como tocar instrumentos, escribir o danzar.

En el siglo XV se construye en Praga el reloj astronómico, *“Orloj”*, cuyo mecanismo está compuesto principalmente por un cuadrante astronómico que representa la posición del Sol y la Luna, figuras animatrónicas en movimiento, y un disco-calendario con medallones que representan los meses del año. Mientras tanto, en Milán Leonardo Da Vinci diseña una serie de autómatas programables, una de sus principales figuras es el león, construida para dar la bienvenida al rey Ludwig XII.

En el siglo XIV el relojero suizo Pierre Jaquet-Droz construye una serie de muñecos autómatas con memoria programable [Figura 1], lo que podría considerarse los orígenes de la computación, puesto que tenían un dispositivo de entrada (fichas pre-programadas que activan determinadas acciones en el autómatas) una serie de recámaras que analizan las fichas programadas, y una pluma con



Figura 1

*Autómata escribiente
(Vista frontal y estructura interna)
Pierre Jaquet-Droz
1770*

fuelle:
[http://www.ablogtwatch.com/
jaquet-droz-the-writer-automata-
awesome-antique-android/](http://www.ablogtwatch.com/jaquet-droz-the-writer-automata-awesome-antique-android/)

un tintero como la salida. Dicho dispositivo fue creado varias décadas antes que Charles Babbage creara la “Máquina Analítica”. Posteriormente desarrolla un reloj autómatas con piezas reactivas a la presión del usuario. Aún hoy siguen funcionando en el museo de Arte e Historia de Neuchâtel en Suiza.

En el siglo XVII comienzan a fabricarse en Japón unos pequeños autómatas llamados “Karakuri Ningyo” (Karakuri: dispositivo mecánico para burlar, engañar o sorprender empleando elementos misteriosos, mágicos u ocultos; Ningyo: marioneta o muñeco) Estos pequeños autómatas poseen movimientos mecánicos suaves y sutiles. Existen tres categorías de Karakuri: Butai Karakuri, utilizados para espectáculos teatrales, Zashiki Karakuri pequeños autómatas domésticos para el servicio y entretenimiento de los feudales, y Dashi Karakuri, grandes carrozas de autómatas de madera para festivales religiosos o representaciones de cuentos y leyendas tradicionales. Los más populares son los que se dedican a llevar el té a las habitaciones, para entretenimiento de los huéspedes; camina en línea recta, agacha la cabeza a modo de reverencia cuando llega a destino, cuando se termina de beber la infusión y coloca de nuevo la taza en la bandeja, el karakuri levanta la cabeza y regresa por donde ha venido.

En el siglo XVIII Jacques de Vaucanson [figura 2], inventor y artista francés, responsable de la creación de autómatas y androides destinados al trabajo, desarrolla “The Canard Digérateur”. Es un autómata con forma de pato que puede alimentarse, beber y hacer la digestión. Está construido enteramente en bronce y posee más de 400 partes móviles que permiten el movimiento de sus alas y el procesamiento de alimentos y líquidos.



Figura 2

“The Canard Digérateur”
Jacques de Vaucanson
Siglo XVIII

Fuente: http://fr.wikipedia.org/wiki/Canard_dig%C3%A9rateur

2.4. Edad de la electricidad: Nacimiento del Robot

A continuación de las bellas muñecas autómatas construidas con preciosismo artesanal de genios relojeros, surge una nueva generación de figuras móviles programadas. La creciente industrialización permite la creación de figuras robóticas androides construidas con mecanismos, materiales y técnicas industriales más sólidas y resistentes, alimentados con corriente eléctrica, son estéticamente más toscos, pero más inteligentes y con más autonomía que los autómatas de la generación anterior.

El término Robot proviene del checo “robota” y significa esclavo o trabajo forzosos. El término fue acuñado por primera vez en 1920 por el escritor Karel Čapek ⁹ en su obra teatral RUR, donde narra una historia que transcurre en una fábrica que elabora personas artificiales, a partir de materiales orgánicos y sintéticos, a los que llama: “Robot” que permitían realizar tareas forzosas pero a menor costo que un humano. Un robot es una máquina electromecánica capaz de interactuar con objetos físicos, responder a estímulos, tomar decisiones y realizar tareas de manera autónoma, semi autónoma o controlado remotamente. Al estar programados bajo criterios “biológicos” poseen la capacidad de imitar aspectos naturales y transmitir la sensación de poseer voluntad e inteligencia propias. Con el crecimiento industrial aumenta la producción de robots que permitan suplantar el esfuerzo físico y realizar tareas repetitivas y peligrosas. El escritor ruso Isaac Asimov, creador de infinidad de obras literarias de ciencia ficción plantea un conjunto de “formulaciones matemáticas impresas en los senderos positrónicos del cerebro” de los robots, que funcionaba como código moral de los robots y medida de protección para los humanos. “...
Ley 1: Un robot no debe dañar a un ser humano o, por su inacción, dejar que un ser humano sufra daño. Ley 2: Un robot debe obedecer las órdenes que le son dadas por un ser humano, excepto si estas órdenes entran en conflicto con la Primera Ley. Ley 3: Un robot debe proteger su propia existencia, hasta donde esta protección no entre en conflicto con la Primera o la Segunda Ley”.

Los robots fueron creados para hacer trabajos duros, suplantar al esfuerzo humano e inclusive, durante la primera mitad del siglo XX muchas de las invenciones tecnológicas en el campo de la robótica, fueron aplicadas a los fines bélicos. Recién en la segunda mitad del siglo XX robótica y arte caminaron de la mano como nuevo sustrato de experimentación y soporte de sentido, capaz de generar un diálogo más intenso con el público, dando vida a objetos antaño destinados a su fría y distante contemplación.

Las primeras obras de arte robótico están dotadas de sensores ópticos o sonoros, capaz de comandar movimiento a través de estímulos simples como el movimiento o la voz de los espectadores. En el siglo XIX Tesla, uno de los más grandes ingenieros eléctricos de los EE. UU, creador de la corriente alterna, el abuelo de la radio, el radar, las resonancias magnéticas y las armas con mando a distancia, contribuye al nacimiento de la Segunda Revolución Industrial. Para demostrar sus teorías desarrolla un pequeño barco de acero

propulsado y direccionado, entre otras acciones y accesorios, con radiocontrol inalámbrico. Actualmente se considera a Tesla como el padre de la robótica, pese a que sus invenciones fueran tan adelantadas a su tiempo que aquellos que las observaron no podía imaginar que sus aplicaciones prácticas.

En 1912, durante la Primera Guerra Mundial, John Hays Hammond Jr y Benjamin desarrollan un perro robótico al que llamaron “Selene”, cuya principal capacidad es seguir un foco de luz puntual, fue creado como prototipo para el desarrollo de torpedos auto-dirigidos. “El perro eléctrico, en un principio una “curiosidad científica”, puede en un futuro muy próximo ser un verdadero “perro de guerra”, sin miedo, sin corazón, sin el elemento humano susceptible a engaño, con un solo propósito: alcanzar y matar a todo lo que esté dentro del alcance de sus sentidos a la voluntad de su amo.”

En 1970, Edward Ihnatowicz, crea “Senster” [figura 3], Es una escultura cibernética interactiva construida con sensores computarizados y radares que permiten ver y oír lo que sucede a su de redor: se acerca al público cuando éstos emiten un sonido, pero se aleja, si ese sonido es demasiado fuerte, lo mismo sucede cuando se lo intenta tocar. Ha marcado un hito por ser la primera pieza de arte controlada por una computadora, fue expuesta al público desde 1970 a 1975 en la entrada de Evoluon¹⁰.

El británico William Grey Walter desarrolla investigaciones en el campo de la neurología y la medición de ondas cerebrales mediante electroencefalogramas topográficos¹¹ y la aplicación de luces estroboscópicas para generar estímulos sensoriales. Construye uno de los primeros robots autónomos enteramente electrónicos, para demostrar cómo la conexión entre un pequeño número de células cerebrales puede dar lugar a comportamientos complejos, llegando al postulado de que el cerebro funciona según la manera en que se conecta. Deseoso de crear una nueva especie

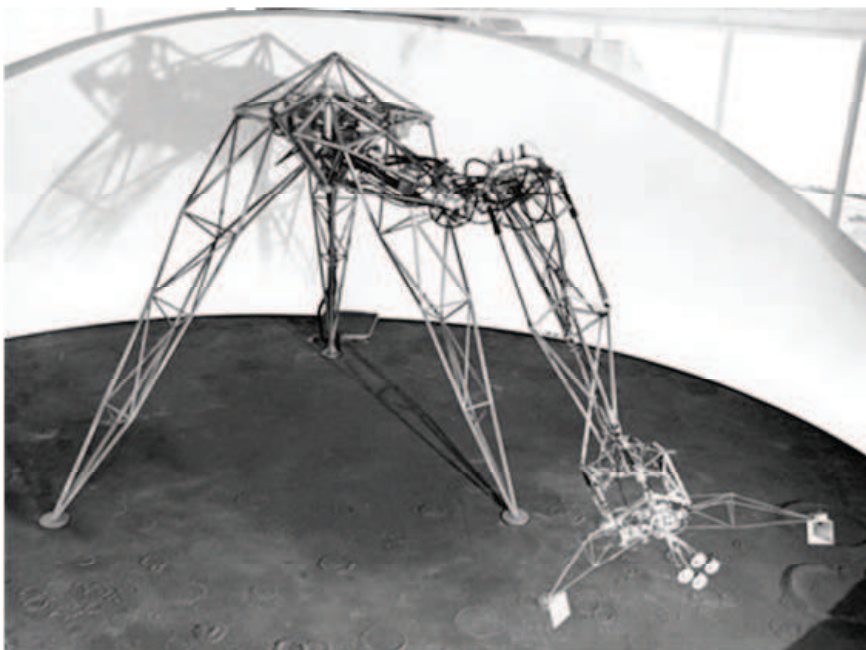


Figura 3

“Senster “
Edward Ihnatowicz
(1970)

Fuente: <http://www.senster.com/ihnatowicz/senster/sensterphotos/>

zoológica desarrolla "*Machina Speculatrix*", un pequeño robot zomorfo con "autoconciencia" artificial y comportamiento similar a cualquier criatura la naturaleza. Su principal capacidad es la de responder, ante determinados estímulos con un comportamiento específico. Posteriormente perfecciona su obra y crea "*La máquina dócil*" capaz de incorporar comportamiento aprendido a partir de reflejos condicionados por silbidos, basándose en la teoría de Pavlov, quien investigó acerca de los reflejos de los animales. Existen reflejos innatos referidos a conductas naturales instintivas, y reflejos condicionados, producto de la adaptación del organismo a cierto medio ambiente a través de la cual permiten la preservación de su existencia; estos últimos son reflejos que producen una respuesta natural pero a un estímulo que no debiera promoverla y con la repetición se fija en la memoria y se aprehende. El principal requerimiento para que dicha asociación se produzca consiste en un complejo mecanismo de memoria que permita almacenar ambas series de eventos.

A partir del trabajo de William Grey Walter, el artista Norman T. White desarrolla desde 1970 una serie de robots cuyo comportamiento orgánico responde a la luz. Experimenta con cinética electrónica y trabaja bajo criterios de electrónica "vintage", rescata las máquinas que la gente descarta por obsoleta y las utiliza como materia prima de sus obras, recreando los atributos y aspectos de los organismos vivos. Prioriza la lógica interna y el funcionamiento de la obra, que su aspecto estético o atractivo visual. El autor tiene un particular interés por explorar una variedad de complejos comportamientos generados a partir de reglas y parámetros simples. Es uno de los pioneros en la experimentación con autómatas celulares. Norman considera que la preocupación del arte no debe ser netamente estética sino centrarse en el comportamiento, la interacción y la economía de recursos. Considera que cuando el arte circula por fuera de las galerías y museos funciona mejor, pues llega a toda la gente de manera anónima, sin etiquetas, explicaciones ni filtros. Es uno de los pioneros en considerar las capacidades ilimitadas de las computadoras.

Petit Mal [figura 4], es una obra de arte robótico autónomo desarrollada en 1989 por Simon Penny, que explora el espacio arquitectónico persiguiendo y reaccionando a las personas que circulan a su alrededor. Compuesto por un par de ruedas, un péndulo y un pequeño sensor, no posee comportamiento antropomórfico o zomorfo como las obras anteriores, ni respeta los cánones de estética de los demás robots. Intenta estudiar la naturaleza física y estética de las máquinas, haciendo hincapié en las implicaciones sociales y culturales de la "vida artificial". Mientras los demás robots están programados para ejecutar tareas complejas, Petit mal posee una mínima reacción. En la jerga psicoanalítica "petit mal" es un trastorno epiléptico infantil asociado al cambio de la actividad muscular, la pérdida de la conciencia y la memoria temporal. Este robot padece una "pérdida de memoria" e interactúa torpe y descontroladamente con el público, haciendo analogía con las teorías opresivas existentes en las ciencias de la computación.



Figura 4

“Petit Mal “
Simon Penny
1989

Fuente: <http://simonpenny.net/works/petitmal.html>

En 1995 investigadores de la Universidad del Sur de California (Ken Goldberg, Joseph Santarromana, George Bekey, Steven Gentner, Rosmary Morris, Carl Sutter, y Jeff Wiegley), desarrollan “Telegarden” [figura 5] un robot manejado por operadores remotos que permite crear y mantener un jardín con plantas vivas través de internet. Los usuarios pueden sembrar semillas, regar y controlar el progreso de sus plantines a través del movimiento de un brazo robótico. Basándose en el concepto de trabajo común y supervivencia.



Figura 5

“Telegarden”
1995

Fuente: <http://goldberg.berkeley.edu/garden/Ars/>

2.5. Edad de la simbiosis cuerpo-máquina

El Accionismo Vienés es un movimiento artístico del siglo XX que surge en los '60 como reacción al arte institucionalizado. La idea primal del movimiento es la ruptura de las reglas y valores morales del *stablishment*, con puestas en escena transgresoras, agresivas y con contenido sexual notable. El uso de animales en pseudo-rituales religiosos produjo una hostilidad de los defensores de la decencia social y las sociedades protectoras de animales, generando intensos debates sobre los límites del arte. Sus principales exponentes fueron Günter Brus, Otto Mühl, Nitsch Hermann y Schwarzkogler Rudolf.

En esta etapa los artistas comienzan a involucrar el cuerpo humano en realidades mixtas para amplificar o acelerar sus capacidades físicas, intelectuales y psicológicas naturales a través de máquinas que en algunos casos son controladas remotamente mediante dispositivos físicos o virtuales, transformando sus cuerpos en agentes manipulados por la acción de otros. La preocupación de esta época es el transhumanismo (H+), la obsolescencia del cuerpo humano, que necesita de máquinas protésicas capaces de extender sus funcionalidades biológicas. El *body-art* fue un ejemplo extremo del apego a la subjetividad precaria y el esencialismo físico del ego. Mientras se utilizaban medios para demostrar la presencia e importancia del cuerpo, exploraban la inmaterialidad y el gradual desvanecimiento del cuerpo real a causa de los medios de comunicación.

La instrumentalización y visualización del cuerpo se ha ido perfeccionando con el tiempo. Los artistas lograron, a través de sensores, interfaces e implantes, la generación de imagen en tiempo real en performances e instalaciones participativas con sistemas de circuito cerrado. En la década del '90, los avances en el campo de la bio-ingeniería provocan un mayor interés en la relación de los seres humanos y las máquinas como seres híbridos.

"...El hombre está empezando a llevar su cerebro fuera de su cráneo y sus nervios fuera de su piel: las nuevas tecnologías engendran un nuevo hombre". [Marshall McLuhan]

"...La carne está circulando. Los órganos se extraen y se intercambian. Las ramas desprendidas de un cuerpo muerto puede ser reanimado en un cuerpo vivo. El rostro de un donante se convierte en una tercera cara en el receptor. Los cadáveres se pueden conservar para siempre con la plastinación, mientras que los cuerpos en estado de coma puede sostenerse indefinidamente mediante sistemas de soporte de vida. Cuerpos en suspensión criogénica esperan reanimación en algún futuro imaginado. Los muertos, los casi muertos y los que aún no han nacido existen al mismo tiempo. El cuerpo es una quimera, una construcción de la carne, el metal y el código." [Stelarc]

El Cyborg-conceptualista Stelios Arcadiou, popularmente conocido como Stelarc, es un performer que trabaja con máquinas y exoesqueletos para extender las capacidades de su cuerpo, bajo su premisa de que el cuerpo humano es un dispositivo obsole-



Figura 6

Araña mecánica de seis pies
Stelarc
2003

Fuente: <http://daygreenberg.com/2011/12/02/repost-a-brief-history-of-exoskeletons/>

to, en sus obras se expone a sí mismo colgado o suspendido de ganchos perforando su piel, o sometido a electro-estimuladores manejados por usuarios remotos a través de internet. También ha actuado con un tercer brazo robótico y una araña neumática con 360° de movimiento [figura 6].

Por su parte, Marcel.li Antunez Roca, artista español cuya obra incluye performances mecatrónicas, robots, instalaciones interactivas, colabora con el colectivo la Fura dels Baus del que fue fundador y líder en los años ochenta. Desarrolló "Epizoo". El actor se ofrecía a los espectadores para que éstos, por medio de una especie de control remoto, activen determinados mecanismos sujetos a su cuerpo, para manipular a voluntad su carne: abrir las fosas nasales, golpear sus nalgas, elevar su pecho, estirar los labios... Y así el inventor del mecanismo cedía el pensamiento al espectador y se reducía a sí mismo a carne.

El concepto de hibridación cuerpo-máquina es trabajado también por artistas como Giger y Beksiński. Mientras que el artista surrealista suizo H. R. Giger recrea en sus obras paisajes pesadillecos y "biomecanoides", neologismo con que designa a las representaciones de cuerpos humanos combinados con máquinas con un alto grado de fetichismo y simbología sexual subliminal, el artista

polaco Zdzisław Beksiński pintor, fotógrafo y escultor trabaja desde la pintura bajo la misma premisa de obsolescencia del cuerpo humano que requiere ser combinado con máquinas para su trascendencia. Creó imágenes perturbadoras, mostrando un mundo surrealista y post-apocalíptico, pormenorizando escenas de muerte, putrefacción, paisajes repletos de calaveras, figuras deformadas y desiertos. “Deseo pintar de la misma forma como si estuviese fotografiando los sueños”.

Chico MacMurtrie, Director Artístico del colectivo neoyorquino Amorphic Robot Works (ARW), que desde los 1990 llevan a cabo una investigación sobre la condición humana en el siglo XXI, incorporando numerosos estudios de mecánica, neumática, hidráulica, programación, morfología escultórica, durabilidad mecánica, interacción y performance, que ha desembocado en más de 400 esculturas robóticas que asumen formas tanto antropomórficas como abstractas. Una de sus obras, *Growing, raining tree* (2007) [figura 7], es un árbol robótico que responde a los mismos estímulos biológicos y con las mismas necesidades de regado y luz solar que un árbol real, mediante componentes neumáticos, hidráulicos, mecánicos y electrónicos que censan los movimientos tanto de la gente como del agua, para dan acción al tronco y sus ramas.

La obra “Seek” (1970) de Nicholas Negroponte junto a Architecture Machine Group del MIT (investigadores de sistemas informáticos que ayudan a los arquitectos a resolver problemas de diseño a nivel arquitectónico y urbano), consiste en un cubículo de plexiglass que encierra un entorno de cubos metálicos, una pequeña colonia de jerbos que cambian constantemente la posición de los bloques y un brazo robótico que reorganiza los bloques según patrones específico pre-programados. Una vez que los jerbos desordenaban la disposición de los bloques, el brazo robótico configura los bloques prediciendo los patrones de comportamiento del animal. Dicho sistema no logró anticipar la acción de los animales, que a menudo más inteligentes que la computadora, generaban un completo desarreglo en el espacio. Esta obra desencadenó la siguiente formulación: “¿Puede una computadora ser programada para responder inteligentemente a eventos inesperados? Una ciudad construida con bloques de juguete fue el escenario de experimentación de la competencia entre SEEK, un simple soft, y una pequeña colonia de jerbos. El sistema puede mantener la ciudad en orden, pero los jerbos juguetones (como metáfora de lo humano) no cooperan.

Ken Rinaldo, artista y teórico, desarrolla obras de arte electrónico interactivo que ponen de manifiesto las difusas barreras entre la materia orgánica e inorgánica. Trabaja desde la intersección entre el arte y la biología, la robótica interactiva, el arte bio-generativo, la vida artificial y la comunicación interespecies. Su obra “Autotelematic Spider Bots” del 2006, es una instalación compuesta por 10 esculturas robóticas con formas de araña, con las cual el público puede interactuar en tiempo real y modificar su comportamiento en función de su interacción con el espectador, entre ellos mismos, su entorno y su fuente de alimento.



Figura 7

"Growing, raining tree"
Chico MacMurtrie
2007

Fuente: <http://amorphicrobotworks.org/works/grt/>

"Adelbrecht" es una obra de Martin Spanjaard, consiste en una esfera robótica parlante que posee en su interior una serie de motores y sensores conectados a una mini computadora interna, que dotan al robot de personalidad y comportamiento, otorgándole la capacidad de desplazarse por un espacio, detectar colisiones con otros objetos e interactuar con la gente mediante el lenguaje verbal. Pide ayuda cuando se atasca, es sensible a las caricias de los usuarios y si está solo por un tiempo se pone a dormir.

Por la década de 1990, las obras de arte robótico comienzan a desenvolverse e interactuar en espacios virtuales y pantallas de video de diversos dispositivos de pequeña y gran escala.

La artista alemana Ulrike Gabriel desarrolla instalaciones interactivas con sistemas de realidad virtual y pantallas de gran escala que

muestran información en tiempo real, introduce sistemas robóticos con ondas cerebrales como motor de la acción de robots.

Nicolas Schöffer, pintor, escultor, arquitecto, urbanista y teórico de arte, es el padre del videoarte, el arte cibernético y de la consecuente “interactividad”. Todas sus acciones artísticas se realizaron en la búsqueda de un dinamismo y tridimensionalidad en el arte. Influenciado por movimientos como el cubismo, futurismo y constructivismo ruso, desarrolla teorías cibernéticas de captación de interactividad y trabaja sobre las bases del matemático Norbert Wiener (considerado el creador de la cibernética, la formalización de la noción de feedback, y el estudio de procesos estocásticos y ruido). Para la creación de procesos artísticos vinculados a la organización de sistemas de causalidad circular, retroalimentación y loop. La cibernética ayuda a elucidar las complejas relaciones artísticas desde dentro de la propia obra. Su obra *CYSP 1* (1956), considerada la primera escultura cibernética de la historia, está montada sobre una base con 4 rodillos que alojan tanto el mecanismo como el cerebro electrónico de la obra. Posee una serie de placas accionadas por pequeños motores que responden al sensado de las variaciones cromáticas, intensidad de la luz y sonido del espacio que lo circunda mediante foto-células y micrófonos.

El artista David Karave, quien considera que la robótica es el último eslabón evolutivo del arte, desarrolla obras que combinan cine, esculturas animatrónicas, paisajes sonoros, música, teatro y pirotecnia. Los temas sobre los que trabaja son la publicidad, la naturaleza de la guerra y la lucha por la autonomía humana. Convierte los conocidos “Crash Test Dummies” en robots animatrónicos que parodian situaciones hogareñas, familiares.

Desde 1990 el artista multidisciplinar canadiense Bill Vorn desarrolla piezas de arte robótico vinculadas con la vida artificial; sus instalaciones y performances involucran robótica, control de movimiento y procesamiento de sonido, luz y video mediante procesos cibernéticos que actúan en respuesta de la audiencia para generar interacción e inmersión. Los universos creados por Bill Vorn generan la inmersión surrealista donde los interactuantes que son exploradores e intrusos simultáneamente generan empatía con las especies zoomorfas, “animats” cargadas de “dolor y sufrimiento” que los habita.

La obra de los holandeses Erwin Driessens y Maria Verstappen combina el bio arte y el arte cinético. Mediante soportes y materiales cotidianos observan los cambios silenciosos de la naturaleza y su evolución. Una de sus obras “Hot Pool” (2011) es un pequeño diorama en el que un paisaje artificial de parafina se transforma continuamente bajo la influencia de los fenómenos de fusión y solidificación. Posee un sistema de calentamiento activado mediante una serie de algoritmos que encienden y apagan determinadas resistencias para que la cera se derrita y solidifique por zonas, generando paisajes en constante metamorfosis. “Hay elementos básicos encerrados en una caja. El diorama permite una visión imaginaria de un mundo que prevalece sobre otro. Los cambios de intensidad

y la iluminación permiten observar tormentas, avalanchas, incluso calma y la erosión de una superficie sólida”, señalan los autores. Poseen una serie de obras basadas en el seguimiento del crecimiento de especies vegetales, como tomates y tulipanes) a través de periódicos videos y fotografías a los que se puede acceder a través de internet.¹² En el 2008 presenta la obra “E-volved Cultures XXW”, una instalación en la que crece un paisaje artificial en tiempo real mediante la interacción de ocho organismos virtuales que dejan rastros de su paso y cuya actividad genera un ecosistema que avanza interconectadamente. Los espectadores pueden observar en una pantalla una secuencia de movimiento constante e infinito inspirado en la dinámica de la naturaleza, como la formación de nubes, tejidos vivos, procesos geológicos, crecimiento de hongos, etc. “El sistema E-volved se aplica en genética artificial y en técnicas evolutivas, primero forma líneas incoherentes, puntos y planos de color. A medida que aparecen patrones de comportamiento, se organiza y regenera códigos que se visualizan en una secuencia interactiva.”

2.6. Edad de la gran escala: Robótica aplicada a la escena

Survival Research Laboratories (Laboratorio de investigación e supervivencia), fundado por Mark Pauline en 1978 es un colectivo de artistas cuyas obras se fundamentan en un re-direccionamiento conceptual de técnicas, herramientas y principios de la ciencia y la industria bélica, recontextualizando sus respectivas manifestaciones de practicidad, producción o guerra orientadas hacia la producción artística. Cada presentación se compone de un conjunto de interacciones entre máquinas, robots y dispositivos de efectos especiales, empleadas como crítica socio-política. Los espectadores pueden simplemente estar presentes como observadores o bien como operadores de los comportamientos de los robots.

Las figuras animatrónicas son marionetas mecatrónicas (mecánica + electrónica) que parecieran estar “animadas” (anima: alma en latín). Son robots diseñados para asemejarse a plantas, animales y personas. Utilizados en cine de Cs. Ficción y en parques temáticos, poseen escala, dimensiones y movimientos de criaturas vivientes, gracias a miembros y actuadores musculares accionados por mecanismos hidráulicos, neumáticos o eléctricos, generalmente operados remotamente por controles computarizados. Para aumentar su realismo, están recubiertos con una “piel” sintética a base de latex, con detalles de pelos y plumas. Si bien el Lion autómatas de Leonardo Da Vinci es el primer “animatronic” de la historia, recién en los años años `60 Walt Disney acuña el término por primera vez. El proceso de producción de una figura animatrónica es bastante complejo, posee una etapa mecánica, en la que ingenieros construyen el sistema mecánico con engranajes hidráulicos, una etapa electrónica, consistente en el desarrollo del sistema de control electrónico para operar remotamente el dispositivo animatrónico, la conformación de la estructura donde se modelan todos los componentes mecánicos y electrónicos contenidos por un “es-

queleto” metálico y una “piel” plástica para dar forma a la figura y dotarla de realismo y por último el tratamiento superficial. La cobertura de estas figuras está generalmente construida por moldados de gomas, silicona, uretano y latex líquido, posteriormente lijados y para recubrir las partes se suele utilizar y telas engomadas, permitiéndole flexibilidad.

“Les Máquinas de l’Ile de Nantes” [figura 8] surge en la ciudad de Nantes, Francia, en el año 2007 como parte de un mega proyecto de regeneración urbana, con la idea de fundar un centro artístico, turístico y cultural en el que converjan la cultura, la ciencia y la tecnología, emplazado en el espacio en que hasta el año 1987 funcionaban los antiguos astilleros, la meca de la construcción naval de Nantes, respetando su historia, pero reconvirtiéndolo en un espacio cultural, sus creadores, François y Pierre Orefice Delarozière se inspiraron en los mundos fantásticos de Julio Verne, el universo mecánico de Leonardo da Vinci, la historial industrial de Francia y

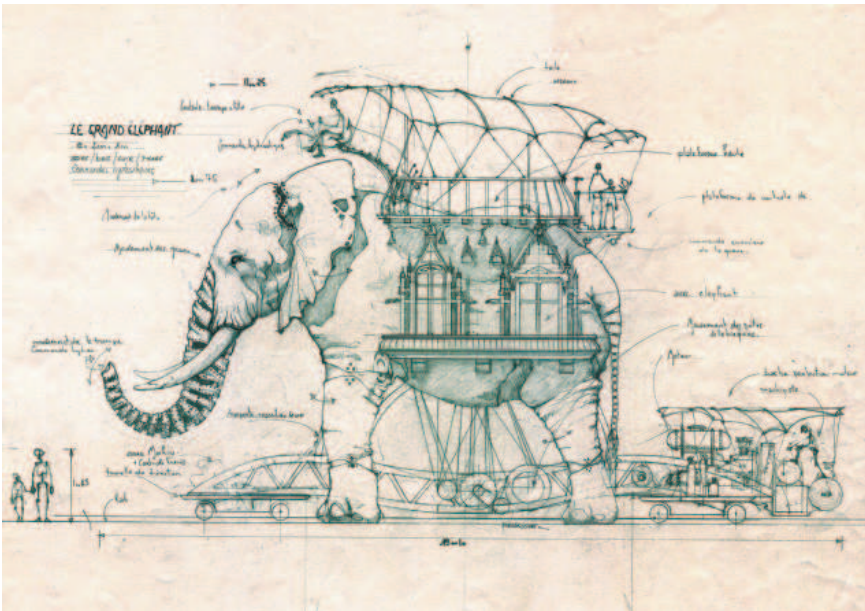


Figura 8

“El gran Elefante”.

Arriba: Croquis

(François Delarozière)

Abajo: Robot en funcionamiento

Fuente: <http://www.lesmachines-nantes.fr/es/les-machines-de-l-ile/la-galeria-de-las-maquinas/>





Figura 9

"Hylozoic Soil"
Philip Beesley
2007

Fuente: http://philip-beesleyarchitect.com/sculptures/0935mexicocity_hylozoicsoil/PBAI_07.jpg

el arte callejero. La isla está poblada por una decena de curiosas y monumentales esculturas mecánicas móviles y piloteables, entre ellas el elefante, serpiente de los mares, calamar, manta raya, construidas en acero y madera.

"Hylozoic Soil" (Terreno hilozoico), [figura 9] creado por el arquitecto canadiense Philip Beesley en el año 2007, es un bosque artificial compuesto por membranas flexibles sensibles al tacto, actuadores, sensores de proximidad y microprocesadores, que producen un entorno robótico reactivo capaz de detectar la presencia de los visitantes, activar diminutas estructuras montadas en una red enmarañada de "nubes" y agitarse. Esta acción permite que se extingan las fronteras entre los visitantes y la vegetación que reacciona a su llegada, recreando un espacio pacífico donde el centro y la periferia, el organismo y su entorno se unen en uno solo. El autor, inspirado por la biomimética¹³, propone conciliar los procesos naturales con el mundo artificial a través de una "arquitectura sensible" que diluya las barreras entre sujeto y objeto, yo y otro, forma y función, orgánico e inorgánico, estático y dinámico.

2.7. Edad de la conciencia ecológica. Oda al low-tech

Con el aumento de la industrialización y el consecuente abuso de los recursos naturales "...se ha producido un cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera mundial..."¹⁴. El cuidado del medioambiente se ha convertido en un tema recurrente en el arte como alarma generadora de conciencia. Los artistas interesados en el tema, acercan sus producciones como diálogo conciliador entre lo artificial y lo natural, lo artificial supeditado a lo natural.

En Japón, en 1964 Nam June Paik y Shuya Abe construyen "k-456", el primer robot antropomórfico con intenciones artísticas/performativas, pensado para pasear por las calles e ir reproduciendo y grabando conversaciones de la gente que circula para generar de esta manera un efecto de sorpresa y humor. "k-456, realizado a

partir de desechos industriales, proponía una paradoja tecnicista: frente a las políticas utópicas que auguraban el reemplazo del trabajo humano por el de los robots, Paik creaba un robot totalmente dependiente de sus usuarios, dotado de una torpeza tal que sus acciones le quitan el velo de alta eficiencia tecnológica de los robots que está instalado en el imaginario colectivo, ironizando acerca del ideal utópico de desarrollo tecnológico. “... Ya no se trata sólo de cuestionar el impacto de lo tecnológico sobre la sociedad y finalmente sobre la humanidad toda, o la ideología de la panacea del confort, sino de preguntarse sobre la necesidad y los límites de una tecnologización creciente de la vida, motor frecuentemente acrítico que rige la promoción del desarrollo científico.”¹⁵

El artista mexicano Gilberto Esparza elabora organismos, sistemas e instalaciones robóticas para intervenir el espacio público combinando tecnología con desechos industriales. El eje conceptual de su obra es el impacto de la tecnología en la vida cotidiana, las relaciones sociales, el medio ambiente y la estructura urbana. En su obra *Parásitos Urbanos* desarrolla formas de vida que subsisten de las fuentes de energía generadas por la especie humana. Es un conjunto de parásitos robóticos, producto de la hibridación de desechos tecnológicos de diversa índole, que habitan y pululan por la ciudad interviniendo el paisaje urbano con su presencia y mediante emisiones sonoras. Clgd, moscas, ppndr-s, dblt, autótrofos inorgánicos y mrrñ se localizan en diferentes partes de la ciudad, en el tendido eléctrico, en semáforos, en el césped, sobre montículos de basura, etc. Otra de sus obras “*Plantas Nómadas*”, “... como metáfora de la condición humana alienada y del impacto que genera su actividad en la naturaleza... busca generar reflexiones críticas sobre la ambigüedad de la fuerza que detenta la tecnología: como herramienta del poder ó por su potencial de transformar el orden del mundo en otros posibles mejores.” Es un ecosistema alojado en un robot, conformado por plantas y microorganismos, se desplaza para encontrar agua y la procesa para poder transformar nutrientes en energía, cumpliendo así sus ciclos vitales.



Figura 10

“Plantas nómadas”
Gilberto Esparza
2010

Fuente: <http://www.neo2.es/blog/2010/03/plantas-nomadas/>

Alan Rath, ingeniero del MIT y posteriormente escultor, influenciado por la obra de Jean Tinguely; arrojando una mirada fría en las utópicas promesas de la tecnología que auguran una mejora de la calidad de vida acabando por esclavizar a la humanidad con su sobrecarga de información, desarrolla obras robóticas antropomorfas que parecieran estar vivas. Este carácter que poseen sus máquinas indaga la manera en que la gente proyecta cualidades humanas en los equipos y cómo las máquinas son percibidas como si tuvieran personalidad. Rath emplea las posibilidades escultóricas de hardware electrónico para ironizar acerca del universo tecnológico, en el que las sensaciones, imágenes, emociones y acontecimientos pueden ser aleatorios y sin sentido. Mediante la ironía y el humor, de sus obras basadas en las limitaciones de la tecnología, y sus amenazas profundas a nuestra privacidad, sexualidad e identidad corporal.

2.8. Edad de los robots dotados de capacidades creativas

El “armonógrafo” [figura 11], creado a mediados del siglo XIX por el matemático escocés Hugh Blackburn, es el antecesor de los robots generadores de arte, está compuesto por una serie de péndulos cuyos movimientos controlan la posición de una pluma y un papel, de esta manera se generan imágenes geométricas de gran complejidad.

Harold Cohen es uno de los pocos artistas plásticos que se abocan de lleno en la creación de obras basadas en sistemas de vida e inteligencia artificial. En la década del 1970 desarrolla “AARON”, un robot autónomo capaz de generar arte. Su desarrollo comienza bajo la siguiente premisa: ¿Cuál es la condición mínima bajo la cual un conjunto de marcas funciona como una imagen? El resultado que obtuvo es un sistema con capacidades cognitivas que le permitan entender e interpretar imágenes. Este sistema no posee creatividad propia no “hace arte” “... ¿Si lo que hace AARON no es arte, qué hace exactamente, y de qué manera, que no sea su origen, se diferencia de la cosa real? ¿Si no lo está pensando, qué está haciendo? En conclusión, AARON está simplemente siguiendo las instrucciones de procedimiento y patrones estilísticos, el verdadero artista detrás de cada pieza es Harold Cohen, su creador. Al día de hoy, AARON es considerado el programa más antiguo en continuo desarrollo en la historia de la informática.

“Drawbots” es un equipo de artistas, científicos, filósofos y teóricos que investigan la convergencia entre Inteligencia artificial, creatividad y cognición a través de la creación de robots dibujantes, capaces de explicar los mecanismos de la creatividad humana. Fundamentalmente, el proyecto aborda la creación de robots dotados de comportamiento creativo. El objetivo del proyecto es investigar los conocimientos existentes entre el comportamiento creativo, los sistemas evolutivos y adaptativos capaces de crear sistemas autónomos, físicos y virtuales, capaces de manifestar comportamientos creativos. El desarrollo de agentes autónomos (a-life automata) capaces de crear obras de arte de manera automática.

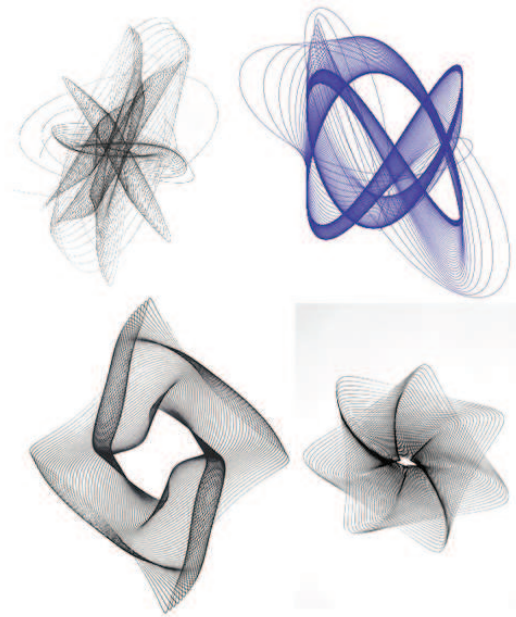


Figura 11

"Armonógrafo"
Hugh Blackburn
Siglo XIX

Fuente: <http://ludoforum.com/wp-content/uploads/armon%C3%B3grafo.jpg>

Benjamin Grosser, artista multidisciplinario que combina artes visuales, música y tecnología para crear obras que exploren la relación entre la cultura y la tecnología, especialmente, la manera en que la tecnología cambia nuestra apreciación del mundo. Benjamín es el creador del "Robot de pintura interactiva" (2011). El sistema posee un algoritmo para generar pinceladas como respuesta al sonido.

El escultor español Carlos Corpa, inspirado en las esculturas cinéticas de Jean Tinguely, desarrolla robots humanoides con "capacidades creativas" a partir de máquinas desguazadas. De la misma manera que Alan Rath, desarrolla robots ruinosos y disfuncionales con una postura crítica al avance tecnológico. Una de sus obras "Automatic Noise Ensemble" (2005) es una orquesta de bailarines y músicos robóticos disonantes. Contrabajo eléctrico, violoncelo, guitarra flamenca, teclados, percusión y cantante; la obra tiene dos modalidades de funcionamiento, como instalación los robots tocan sus instrumentos mediante un sistema informático que los controla, y a modo de performance con un operador humano en vivo que realiza la mezcla de sonido aplicando efectos por consola.

El excéntrico y poco popular artista Bruce Lacey es el creador de una serie de esculturas cibernéticas entre la que se destaca "Rosa Bosom" (1966), una actriz robótica construida para desempeñar el rol de la reina de Francia en la obra teatral "Los tres mosqueteros". El robot posee sensores ultrasónicos e infrarrojos y puede ser controlado por radio o responder a las señales acústicas y movimientos del entorno e interactuar con la gente.

2.9. Edad de la Bio-cibernética

La combinación de la tecnología con las ciencias biológicas ha dado impulso a la ingeniería genética y la clonación, que sumada a factores político-económicos han transformando la condición de

todos los organismos vivos. El término cibernética proviene del griego κυβερνήτης y significa timonel, gobernador o piloto, por ende, sugiere que se trata de una disciplina de control, por otro lado Biología es la rama de la ciencia que estudia los organismos vivos (incluyendo su estructura, funciones, crecimiento, origen, evolución, distribución y taxonomía) en este sentido se refiere a los organismos sometidos a ser controlados. La bio-cibernética plantea la fusión de lo mecánico con lo orgánico, no solo que los seres vivos se hibriden con máquinas, sino que las máquinas se comporten como seres vivos. La literatura y el cine cyberpunk han provocado un imaginario colectivo respecto de la bio-cibernética como causal del renacimiento de muertos y especies extintas, la pérdida de la identidad de las especies, la mutabilidad infinita, la proliferación de órganos protésicos para aumentar la percepción, la maleabilidad de la mente y el cuerpo humano.

Actualmente, el artista es mago y cirujano¹⁶ simultáneamente, ha modificado su relación con la obra, las herramientas y las máquinas que utiliza para la creación. Uno de los pioneros en el arte bio-cibernético es Eduardo Kac, quien generó obras de arte transgénicas cuyo ADN es manipulado a través de internet con un simple “click” de los usuarios. Por otro lado, la materia de la obra de Stelarc es su propio cuerpo, sometido a cirugías, implantes de extremidades adicionales, prótesis y cables que conectan su cuerpo con la red para ser manipulado remotamente por usuarios de todo el mundo.

La obra “MEART - The Semi Living Artist” desarrollada en el año 2001 conjuntamente por el colectivo SymbioticA y el Laboratorio de Arte y Ciencia de la Universidad de Australia, es una obra de arte bio-cibernético que explora aspectos de creatividad mediante técnicas biológicas. Es una instalación fragmentada cuyas partes están distribuidas. Está conformado por un “cerebro” compuesto por el cultivo de las células nerviosas de una rata embrionaria que crecen y se desarrollan en un laboratorio de Atlanta, un brazo

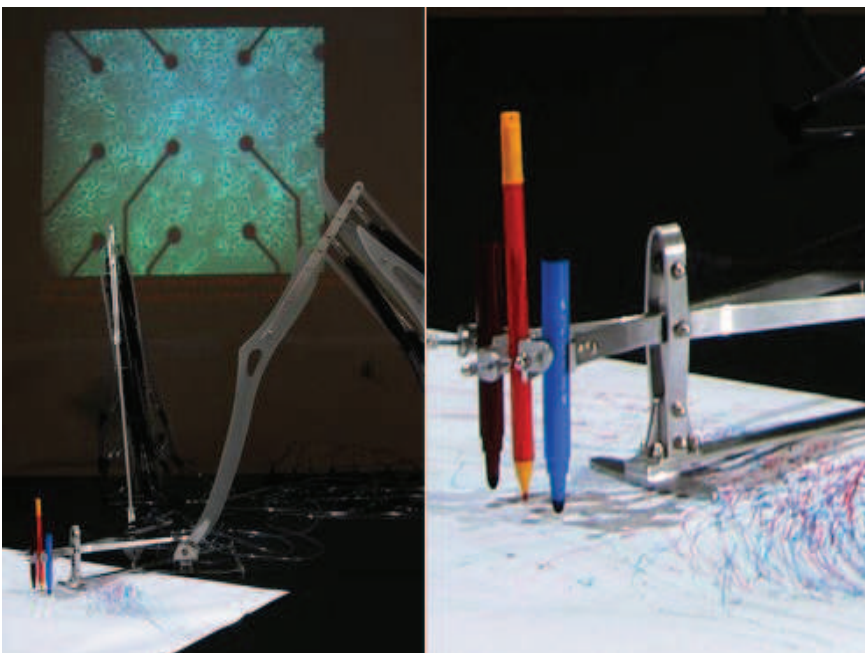


Figura 11

“MEART - The Semi Living Artist”
2001

Fuente: <http://www.treasures.uwa.edu.au/treasures/74/>

robótico capaz de producir dibujos bidimensionales y una interfaz digital alojada en internet que permite que ambas partes se comunican entre sí en tiempo real. Los autores de la obra afirman que los cultivos neuronales tienen las potencialidades de aprender y crear: "... MEART tiene la capacidad para procesar lo que ve a través de las neuronas que actúan como su cerebro. Tiene la capacidad para reaccionar en consecuencia a través del brazo robótico dibujo que actúa como su cuerpo. Las funciones de Internet son su sistema nervioso". De esta hibridación wetware-software-hardware surge una nueva especie construida con partes artificiales y partes vivas creadas artificialmente, y poseer la cualidad humana de crear arte.

3. Conclusión

Los avances en el campo científico, tecnológico e industrial sumado al ingenio creativo de artistas preocupados por generar la ilusión de realidad en concordancia con ingenieros e informáticos, dieron origen al arte robótico, pilar fundamental del arte generativo. Se diseñaron especies y espacios con inteligencia propia, criaturas artificiales capaces de vincularse y dialogar con el público, de poseer capacidades creativas, elogiar la tecnofilia y repudiar los abusos del medioambiente criticando incluso a la misma tecnología que les dio vida. Si bien los creemos poseedores de alma y conciencia propia, los robots son títeres electrónicos, piezas de arte manejadas a nuestro antojo para proyectarnos a nosotros mismos a través de ellos.

4. Referencias bibliográficas

1. Gaby Wood, *Edison's Eve: a Magical History of the Quest for Mechanical Life*
2. Hr. Giger ARh+ - Taschen
3. *Ghost in the Shell* (1995) Kôkaku kidôtai
4. Chris Hillman: animatronics: <http://www.christopherhillman.com/links.html>,
5. Shai Shih t'u Ching / *Book of Hydraulic Excellencies*
6. *Human Automata in Classical Tradition and Mediaeval Romance* - J. Douglas Bruce - The University of Chicago Press
7. Abū al-'Iz Ibn Ismā'īl ibn al-Razāz al-Jazarī(1206) *al-Jāmi' bain al-'ilm wa al-'amal al-nāfi' fī šinā'at al-ḥiyal* (El Libro del Conocimiento de ingeniosos dispositivos mecánicos) Siria
8. W. J. T. Mitchell (2003) "The Work of Art in the Age of Biocynbernetic Reproduction" Hopkins University Press, USA
9. Charo Grego, *Perversa y utópica, la muñeca el maniquí y el robot en el arte del siglo XXI*. Abada Editores (2007)

5. Sitios consultados:

1. <http://www.mechanical-toys.com/History%20page.htm>
2. <http://tecniarts.com>
3. <http://www.mlahanas.de/Greeks/HeronAlexandria2.htm>
4. <http://www.pawfal.org/dave/index.cgi?Projects/AI%20Jazari>
5. <http://www.aliak.com/content/the-book-knowledge-ingenious-mechanical-devices-al-jazari-1206>
6. http://automata.cps.unizar.es/Historia/Webs/automatas_en_la_historia.htm
7. <http://history-computer.com/Dreamers/Jaquet-Droz.html>
8. <http://www.karakuri.info/>
9. <http://ounomachi.wordpress.com/2011/12/14/karakuri-ningyo/>
10. <http://ebooks.adelaide.edu.au/c/capek/karel/rur/>], consultada en julio/2012
11. http://www.pbs.org/tesla/II/II_colspr.html
12. <http://davidbuckley.net/DB/HistoryMakers/HM-Electric-Dog1912.htm>
13. <http://orionrobots.co.uk/William+Grey+Walter>
14. <http://cyberneticzoo.com/?tag=m-docilis>
15. <http://www.horizonzero.ca/textsite/mimic.php?is=2&file=7>
16. <http://www.normill.ca/>
17. <http://www.usc.edu/dept/garden/>
18. http://dreher.netzliteratur.net/2_Performance_Aktionismus.html
19. <http://d-sites.net/english/nitsch.htm>
20. http://www.medienkunstnetz.de/themes/overview_of_media_art/performance/22/
21. http://stelarc.org/__.swf
22. <http://www.marceliantunez.com/>
23. <http://www.beksinski.pl/>
24. <http://amorphicrobotworks.org/works/index.htm>
25. <http://cyberneticzoo.com/?p=3794>
26. <http://kenrinaldo.com/index.html>
27. <http://www.crashingart.com/>
28. <http://billvorn.concordia.ca/menuall.html>

29. <http://www.chrismcmullenproductions.com/index.html>
30. <http://notnot.home.xs4all.nl/foodprint/foodprintfilms.html>
31. <http://www.fishandchips.uwa.edu.au/project.html>
32. <http://srl.org/index.html>
33. http://www.processing-plant.com/web_csi/index.html#project=calendar
34. <http://www.lesmachines-nantes.fr/>
35. <http://www.fondation-langlois.org/e-art/e/philip-beesley.html>
36. <http://artelectronicmedia.com/artwork/robot-k456>
37. <http://www.gilbertoesparza.blogspot.com.ar/>
38. <http://www.parasitosurbanos.com/>
39. <http://www.alanrath.org/>
40. <http://local.wasp.uwa.edu.au/~pbourke/geometry/harmonograph/>
41. <http://robertbunney.com/Harmonograph.html>
42. http://www.kurzweilcyberart.com/aaron/hi_essays.html
43. http://www.arts-humanities.net/casestudy/drawbots_project_computational_intelligence_creativity_cognition_multidisciplinary_investi
44. <http://bengrosser.com/>
45. <http://www.carloscorpa.net/>
46. http://www.roalonso.net/es/arte_y_tec/low_tech.php
47. <http://conferencias2pei2010.blogspot.com.ar/p/mariela-yeregui.html>
48. <http://andreangaritach.blogspot.com.ar/2010/05/conferencias-maryela.html>
49. <http://mactonnies.com/trans.html>
50. http://libarynth.org/category_robotics
51. http://libarynth.org/art_robots
52. http://www.senster.com/robots_in_art/
53. <http://www.anthrobot.com/anth/>
54. http://www.lamachine.co.uk/index.php/la_machine/
55. <http://www.lamachine.fr/realisations/>
56. <http://www.youtube.com/watch?v=4TLFSUI4kOs&feature=related>
57. <http://www.alanrath.org/>

58. http://www.pbs.org/tesla/II/II_robots.html
59. <http://www.fundacion.telefonica.com/es/at/vida/vida10/paginas/ev2.html>
60. <http://www.omnicircus.com/index2.html>
61. <http://www.pilgrimwatersdesign.com/faceanimation/index.html>
62. <http://www.codact.ch/>

// Notas

1. *Ernst Jentsch, psiquiatra alemán autor de “Una psicología de lo siniestro” (1906). Quien identifica por primera vez el estado de lo siniestro.*
2. *Sigmund Freud, Obras Completas de Freud, CIX - LO SINIESTRO 1919*
3. *El ADN es un compuesto químico formado por unidades estructurales iteradas que constituyen el material genético de las células de los seres vivos; posee diversas propiedades y funciones entre las cuales se destacan el control de la actividad celular, la capacidad de ser único e invariable, proporciona una “huella genética” que permite distinguir la identidad de todos los individuos de cada especie y otorga un sistema de memoria de datos genéticos transferibles de generación en generación.*
4. *Philip Galanter, “What is Generative Art? Complexity Theory as a Context for Art Theory”*
5. *Luis Pedraza - SLAM Geométrico - Tesis Doctoral - 2009 [http://es.scribd.com/doc/56237525/2/La-motivacion-historica, consultada en julio/2012, actualmente en línea]*
6. *Needham, Joseph (1986). Science and Civilization in China: Volume 2. Taipei: Caves Books Ltd.*
7. *Robert S. Brumbaugh, Thomas Y Crowell Company, 1966, Ancient Greek Gadgets and Machines*
8. *Abū al-'Iz Ibn Ismā'īl ibn al-Razāz al-Jazarī, al-Jāmi' bain al-'ilm wa al-'amal al-nāfi'fi šinā'at al-ḥiyal (The Book of Knowledge of Ingenious Mechanical Devices) - 1206*
9. *Karel Čapek (1890 - 1938) escritor checo, cuya obra se caracteriza por su precisa descripción de la realidad. Es el fundador de la ciencia ficción, antes que la ciencia ficción sea un género separado. En muchas de sus obras se discuten aspectos éticos de las invenciones y procesos industriales previstos en la primera mitad del siglo XX como ser la producción en masa, las armas nucleares, la inteligencia robótica y el adiestramiento de salamandras con fines bélicos.*
10. *Evoluon, construido en el año 1966 por la compañía global Phi-*

lips NV en la ciudad de Eindhoven, Países Bajos, en conmemoración de su 75º Aniversario de fundación, es un centro dedicado al arte, ciencia y tecnología.

11. *El Electroencefalograma topográfico censa las ondas cerebrales y representa su nivel de actividad neuronal mediante colores: por ejemplo, negro y azul podría representar la amplitud de EEG bajo, mientras que el amarillo y el rojo puede representar mayores amplitudes.*
12. *“Tomato habitus” sitio web desde donde se puede ver el crecimiento de una planta de tomates <http://notnot.home.xs4all.nl/foodprint/foodprintfilms.html>, consultada en julio/2012, actualmente en línea*
13. *La biomimética es la ciencia que estudia a la naturaleza como fuente de inspiración para la resolución de problemas humanos. La naturaleza, creativa por necesidad ha resuelto durante millones de años infinidad de problemas para su subsistencia. Dicho genio, emulado por el hombre permite dar forma a sistemas, procesos, mecanismos, principios organizativos y elementos, aplicables a sistemas sociales, económicos, tecnológicos e ingenieriles.*
14. *Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático*
15. *Rodrigo Alonso - Elogio al Low-tech - 2009.*
16. *Walter Benjamin*