

**Claudia Giannetti**

# **ESTÉTICA DIGITAL**

Sintopía del arte, la ciencia y la tecnología

**l'angelot**

CRÉDITOS 

**Editora**

Associació de Cultura Contemporània L'Angelot  
Barcelona

**Diseño y Portada**

Joana Resek

**Impresión**

Martin Arts Gràfiques, Barcelona

A Thomas,  
Laura Virginia y Murillo.  
En memoria de  
Arthur Lourival da Fonseca.

© 2002, Claudia Giannetti  
Todos los derechos de esta edición están reservados,  
incluso el de reproducción en todo o en parte en  
cualquier tipo de soporte.

© De las reproducciones de las imágenes autorizadas,  
los artistas y los fotógrafos.

Primera edición: 2002  
ACC L'Angelot, Correu Vell, 10  
08002 Barcelona, España  
acc-angelot@teleline.es

ISBN 84-922265-6-0  
Depósito legal: B-36159-2002  
Printed in Spain

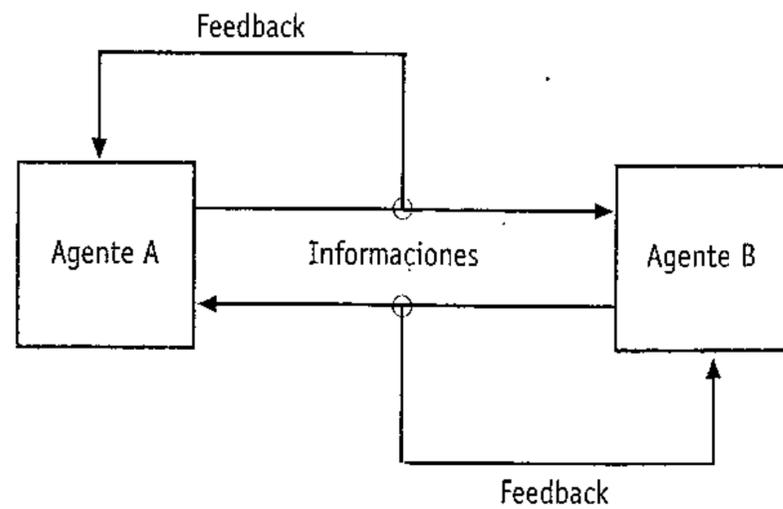
### La cuestión de la interfaz

En el primer capítulo tratamos la cuestión de la prueba de Turing y destacamos su especial énfasis en la necesidad de generar, para hacer posible la comunicación entre seres humanos y máquinas, un elemento "intermediario", que funcionase como "traductor" de las informaciones transmitidas en lenguaje simbólico al lenguaje del ordenador (código binario). La idea de Turing antecede a la concepción de lo que llamamos actualmente la *interfaz* entre personas y sistemas electrónicos, un "intermediario" necesario, ya que, a diferencia de la comunicación directa entre máquinas (mediante interfaces de hardware y de software), el acoplamiento directo entre mentes y máquinas (desde el punto de vista de la tecnología actual) aún no es plenamente posible.

El modelo de comunicación de Claude Shannon, citado en el segundo capítulo, aunque sea un modelo convencional y unidireccional, ofrece una segunda clave para la comprensión de la comunicación mediante la interfaz. Mientras el proceso de comunicación lineal no acepta la retroalimentación, el sistema de corrección en la transmisión de datos, necesario en virtud de la existencia de fuentes de ruido, sí que dispone de un sistema de *feedback*. Este sistema de corrección se basa en un enunciado fundamental, según el cual todas las formas de acoplamiento entre sistemas sufren los efectos (eso es, los ruidos) de la distancia existente entre los sistemas acoplados. Este hecho acentúa la necesidad de minimizar la separación espaciotemporal entre emisor y receptor, o de diseñar un sistema de interfaz que permita un acoplamiento cada vez más contiguo y sincronizado entre ambos. Acorde con la concepción matemática de la comunicación de Shannon, sería factible detectar y describir estas fuentes de ruido, precisamente porque se presume la posible generación de un canal de comunicación formalizado de forma "racional", es decir, *no-emocional*. Sin embargo, investigaciones sistémicas más actuales cuestionan esta hipótesis y revelan que en el campo de la comunicación humana intervienen perturbaciones provenientes de las propias personas implicadas en la comunicación, que pueden llegar a ser mucho más intensas que las "fuentes de ruido" entre emisor y receptor descritas por Shannon. La cuestión se centra, por consiguiente, en la pregunta sobre si la arquitectura de los diferentes sistemas podría adecuarse a los problemas específicos de la comunicación humana y, en este caso, cómo lo haría.<sup>1</sup>

1.. Cfr. Wulf R. Halbach. *Interfaces: Medien- und kommunikationstheoretische Elemente einer Interface-Theorie*. Múnich, Wilhelm Fink Verlag, 1994

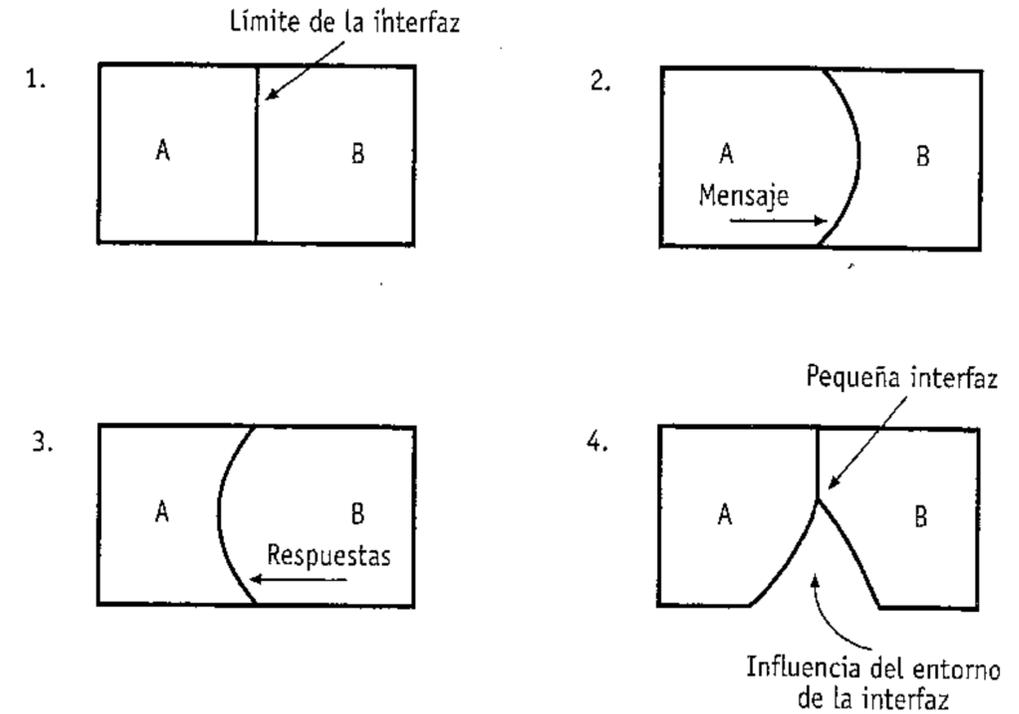
Las interfaces técnicas (*Human Computer Interfaces*) desempeñan un papel semejante al de los "medios" que los seres humanos necesitamos para comunicarnos entre nosotros y facultan el acoplamiento entre diferentes sistemas. En este proceso, se trata tanto de buscar la reducción de la distancia y del tiempo de comunicación, como de lograr sobre todo la optimización del tiempo de reacción y de la flexibilidad en la interrelación. Esta optimización tiene por resultado el replanteamiento respecto a la comprensión de las posiciones asumidas por cada sistema –sujeto y máquina– que interviene en el proceso de comunicación: el sujeto deja de ser el operador que controla consciente e íntegramente una herramienta; y la máquina experimenta un incremento progresivo en el grado de independencia de su funcionamiento, es decir, ya no es una "simple" herramienta "inerte" en el sentido tradicional.



William Bricken, modelo de interfaz, 1983 (1)

Esta paulatina nivelación de posición e importancia en el proceso de comunicación humano-máquina queda perfectamente manifiesta en el modelo de interfaz propuesto por William Bricken.<sup>2</sup> Con este modelo, Bricken intenta minimizar las distancias entre los sistemas (A) y (B) y, por otro lado, hacer notar la influencia mutua del proceso de interacción en los agentes. Esto significa que cada transmisión de información ejerce influencia en los estados de los sistemas acoplados y los define. En el punto 4 del diagrama 2, Bricken introduce otro elemento de connivencia: el *contexto*. El límite de la interfaz entre los agentes representa, según Bricken, el conocimiento del contexto de la interacción por parte de los agentes interactuantes. La introducción del parámetro contexto en el proceso de interacción significa igualmente la inserción de su condición como factor influyente en el proceso de comunicación. En la medida en que los sistemas comparten el mismo contexto, éste es parte integrante de la interacción y, a la vez, puede ser alterado por este proceso.

Vale la pena recordar aquí la postura que adopta Niklas Luhmann respecto al factor contexto. Mientras la teoría de los sistemas abandonó la idea de totalidad constituida por partes con objeto de introducir la referencia explícita al medio, Luhmann da un paso más allá en la medida en que condiciona forzosamente la existencia de las estructuras y los procesos de un sistema a su relación con un determinado contexto, y afirma que aquellos



William Bricken, modelo de interfaz, 1983 (2)

sólo pueden ser entendidos en referencia a éste. Esta interdependencia indica que no es posible pensar o generar un sistema interactivo de forma independiente, que sea aplicado *a posteriori* como producto acabado a un contexto cualquiera. "En presencia de personas, los sistemas interactivos se desarrollan a fin de resolver, a través de la comunicación, el problema de la doble contingencia. La presencia implica la perceptibilidad y, por ende, el acoplamiento estructural a procesos cognitivos comunicativos y no controlables."<sup>3</sup> La comunicación en la vida real, desde este punto de vista, es una operación adaptada al medio, pero esta dependencia no puede ser completamente controlada de forma cognitiva, es decir, ninguna comunicación es capaz de controlar cada uno de los pasos del proceso. Al contrario, para que un sistema artificial interactivo sea efectivo, es necesario crear un componente que mantenga la equivalencia entre acción-reacción: la *interfaz humano-máquina*. "Lo que entra en lugar de tal garantía de equivalencia es únicamente la referencia temporal de la comunicación, (...) ya que ésta opera siempre de forma recursiva, es decir, acoplada a sí misma, y es por eso que también puede reflejarse y corregirse a sí misma."<sup>4</sup>

Paralelamente al contexto, el factor temporal es por consiguiente el otro referente que desempeña un papel relevante tanto desde la perspectiva de la propia optimización de la interacción como proceso recursivo, como desde la perspectiva

2.. William Bricken, "An Interface Model", texto interno de ATARI Systems Research, Ms (Draft), 1983, p. 5, citado por Wulf Halbach, *op.cit.*, p. 161

3.. Niklas Luhmann. *Die Gesellschaft der Gesellschaft*. Vol. 2. Francfort d. M., Suhrkamp Verlag, 1997, p. 814

4.. *Ibidem*, pp. 125-126

del lapso de tiempo de reacción de ambos sistemas. Éstos son, de hecho, algunos de los motivos por los cuales los especialistas investigan sistemáticamente las posibilidades de lograr una interacción en *tiempo real*. Incluso algunas definiciones del término "interactividad" suelen hacer referencia a la temporalidad de los programas, que permite "acciones recíprocas en modo conversacional, con usuarios, o en tiempo real, con aparatos". Algunos autores creen, incluso, que la noción de tiempo real, inventada por los informáticos, resumiría perfectamente la característica principal de la informática: la concentración en el presente, el tiempo puntual o la operación en curso, que se opone a los estilos hermenéuticos, o al tiempo circular del lenguaje o al tiempo lineal de las sociedades históricas.<sup>5</sup>

A pesar de la actual popularidad de la idea de tiempo real, concordamos con Friedrich Kittler y Wulf Halbach, que coinciden en valorar los llamados procesos interactivos en tiempo real como *simulaciones* del llamado tiempo real, dado que cualquier transmisor o receptor necesita un tiempo específico de codificación y decodificación del mensaje (sin mencionar el tiempo necesario de entendimiento y procesamiento de la información recibida, o el tiempo de preparación y reflexión del mensaje a enviar). El tiempo real, como factor que indicaría la destrucción de toda y cualquier distancia o de espacios intermedios, significaría la coincidencia absoluta de la codificación y decodificación desde el punto de vista cognitivo. "Todas las teorías actuales que pretenden distinguir entre tiempo histórico y tiempo electrónico, así como entre tiempo dilatado y tiempo real, son mitos. *Real Time Analysis* significa única y exclusivamente que la demora o la dilatación del tiempo, el tiempo muerto o la historia son procesados de modo tan rápido que permita saltar al próximo *frame* justo a tiempo."<sup>6</sup> O como hace notar la conocida aseveración de Frederick Brooks: "The hardest part of communication is the last four inches."

La voluntad de optimizar el proceso de interacción y el tiempo de reacción sujeto-máquina tiene por resultado la potenciación de la visualización y de la percepción, a partir de otros sentidos humanos, de la información existente y manejada en el ordenador. Cabe recordar que en sus inicios, las informaciones procesadas por los ordenadores no eran "visibles" al usuario, y por consiguiente no se podía acceder de forma directa e inmediata a los códigos. Este obstáculo empezó a ser superado a partir 1949, con los desarrollos, bajo la dirección de Jay Forrester en el MIT, del Whirlwind Computer, que integraba el primer monitor como un *display* interactivo, dinámico y visual, y del llamado en la época *light gun*, una especie de pistolete electrónico con células fotoeléctricas en la extremidad, que permitía manipular la información directamente en la pantalla, como los lápiz ópticos actuales. Estos dos dispositivos son los elementos básicos que han permitido el desarrollo de los sistemas interactivos con base en la visualización de imágenes electrónicas.

Con objeto de potenciar la visualización de datos para que el observador pudiese percibir ópticamente el proceso generado por la interacción humano-máquina, Ivan E. Sutherland desarrolló, en 1962, el programa de manipulación directa denominado *Sketchpad*. El uso de gráficos asistidos por ordenador facilitaba la operación de acceso a la información y la participación de forma activa en y con el sistema. Estos fueron los pasos iniciales en el sentido de facultar la integración sensorial del espectador en el espacio del sistema, aunque estos primeros dispositivos tenían el inconveniente de mantener la distancia física entre el observador y la pantalla.

El salto siguiente consistió en mitigar esta distancia creando un sistema interactivo inmersivo. El primer prototipo, el *Head-Sight-Television-System* desarrollado en 1958 por la Philco Corporation, consistía en un modelo de casco adaptable a la cabeza con un pequeño

monitor situado frente a los ojos del usuario. La imagen provenía de una cámara que el usuario podía mover mediante el respectivo movimiento de su cabeza, y que producía la sensación de que la persona se desplazaba dentro de la imagen. Entre 1966 y 1970, Sutherland desarrolló el *Head-Mounted Display*, una versión más avanzada con un casco de visualización estereoscópica, que permitía la interacción desde "dentro" del sistema a partir de las imágenes infográficas situadas delante de los ojos del observador.

En los sistemas actuales, el observador que lleva puesto el casco o las gafas de visualización estereoscópica participa en un sistema interactivo inmersivo que, a la vez que incrementa su control sobre el entorno artificial que capta visualmente, le aleja del contexto natural (de "su" realidad). Las infografías suelen estar construidas a modo de "modelo de mundo", más habitualmente llamado de Realidad Virtual (RV) —aunque desde el punto de vista científico se suele optar por al término *virtual environment*—. Una de las diferencias básicas entre los sistemas interactivos inmersivos y no-inmersivos se encuentra en el tipo de interfaz utilizado. En el primer caso, la tendencia es hacer "desaparecer" la presencia física de la interfaz, mientras que, en el otro caso, el empleo habitual del teclado o del ratón como elementos intermediarios entre observador y máquina se mantiene como forma de acceso externo a la información.

La inmersión "en" la imagen se presenta, por consiguiente, como un fenómeno caracterizado por la translocalidad. Según Edmond Couchot, "mientras que la imagen tradicional es un fenómeno localizado, siempre asociado a un lugar o a un soporte —fijo o móvil—, la imagen digital (en su forma electrónica) no aparece asignada a un lugar exclusivamente reservado del que pueda escaparse, sino que siempre se mantiene ilocalizable y relocalizable. Es un fenómeno translocal."<sup>7</sup> A este espacio virtual se suma un tiempo simulado, sin referencias directas a la realidad de nuestro mundo, un tiempo híbrido que confunde el tiempo de la máquina con el del sujeto, que no existe autónomamente, puesto que está vinculado con el usuario del sistema interactivo.

Este entorno espaciotemporal simulado y artificial puede ser entendido, así, como una forma de representación digital de la (pseudo)realidad doblemente mediatizada, ya que emplea símbolos, signos y lenguaje audiovisual creados como herramientas para la comunicación, y simula, a partir de la aplicación digital de esta forma de comunicación, una tercera "naturaleza" constituida como escenario artificial.

Por último, otra cuestión determinante se centra en el concepto de traducción. Habíamos visto que Moles ya se refería a la traducción como uno de los principales factores en la relación humano-máquina. Desde el punto de vista de la construcción técnica, la interfaz asume la función de traducir y transmitir la

5.. Cfr. Pierre Lévy, *As Tecnologias da Inteligência*. São Paulo, Editora 34, 1993

6.. Friedrich A. Kittler, "Real Time Analysis - Time Axis Manipulation", en: Georg Christoph Tholen / Michael O. Scholl (eds.), *Zeit-Zeichen - Aufschübe und Interferenzen zwischen Endzeit und Echtzeit*. Weinheim, Acta Humaniora, 1990, p. 372. Cfr. con W. Halbach, *op.cit.*, p. 153

7.. Edmond Couchot, "Entre lo real y lo virtual: un arte de la hibridación", en: Claudia Giannetti (ed.), *Arte en la Era Electrónica. Perspectivas de una nueva Estética*. *op.cit.*, p. 81

información entre los sistemas conectados o acoplados. Si las interfaces son necesarias para posibilitar la interacción entre dos o más sistemas organizados distintamente, queda claro que las formas y las estructuras de los sistemas implicados deben desenvolver un medio de comunicación inteligible mediante la traducción adecuada. Como apunta Halbach, exactamente en el concepto de "traducción" se encuentra el problema, puesto que, además de conectar distintos canales de entrada y salida, tiene que regular y transmitir diferentes procesos de codificación. Asimismo, "si se trata de una interfaz humano-máquina, o los canales de entrada y salida pueden ser adaptados entre ellos, ya que la persona, como un sistema autopoiético, no los posee; o no se puede hablar de una traducción de procesos de códigos, ya que las formas de representación sub-simbólicas del sistema nervioso humano (aún) no han sido descifradas. Esto es válido también respecto a las expectativas de la neurobiología y la neuroinformática, que pretenden una simbiosis entre células nerviosas y silicio a partir de proyectos de investigación específicos."<sup>8</sup> El propósito de estas investigaciones es, por ende, lograr un sistema sin "traductor", que permita el acoplamiento directo y contiguo entre elementos biológicos y digitales, como podría ser la implantación de la interfaz directamente en el cerebro humano. Véanse, por ejemplo, las investigaciones de Kevin Warnick, del Instituto de Cibernética de la Universidad de Reading, Inglaterra, que implantó en 1998 una cápsula con microchips en el brazo, que le permitía interactuar de forma directa con diferentes elementos (puertas, luces, etc.) de una habitación inteligente. Otro ejemplo es el IBVA-System (Interactive Brainware Visual Analyzer), que permite el empleo de las ondas cerebrales en biofeedbacks que facilitan la interacción directa a través de la función neuronal, que envía órdenes simples a un ordenador de ejecución.

En resumen, la interacción con base en la interfaz humano-máquina marca, por una parte, un cambio cualitativo de las formas de comunicación mediante el empleo de los medios tecnológicos, que incide en el replanteamiento del factor temporal (tiempo real, tiempo simulado, tiempo híbrido), en el énfasis en la participación intuitiva mediante la visualización y la percepción sensorial de la información digital, en la generación de efectos de inmersión y translocalidad, y en la necesidad de la traducción de procesos codificados. Por otra parte, da testimonio de la transformación de la cultura basada en la escritura, las estructuras narrativas logocéntricas y los contextos reales, hacia la cultura "digital" orientada a lo visual, sensorial, retroactivo, no-lineal y virtual.

#### Interacción humano-máquina: entre la comunicación y el control

Los dispositivos de interacción y las interfaces funcionan como elementos de control con objeto de mantener la ecuanimidad de la comunicación. El control -consciente o inconsciente- es precisamente una de las preocupaciones básicas de las investigaciones en sistemas interactivos. En el primer capítulo habíamos analizado los efectos de la "revolución del control" sobre los desarrollos de las tecnologías de retroalimentación y de la comunicación humano-máquina. Con las tecnologías digitales podemos considerar que se produce una segunda revolución del control, en la que están involucrados ya no sólo sistemas directamente vinculados con la realidad (objetualidad, materialidad), sino también dispositivos basados en parámetros de virtualidad (artificialidad, inmaterialidad).

Los sistemas actuales transmiten al observador impresiones o sensaciones sólo parciales de sus actividades sensoriales o motoras, puesto que las posibilidades de interacción y generación de outputs (como imágenes tridimensionales en movimiento, sonido, etc.) están limitadas al propio universo de datos de cada programa, que constituye el contexto en el que actúa el observador. En la medida en que el observador no puede controlar totalmente el proceso cognitivo de la comunicación interactiva, el hecho de actuar en un contexto simulado subraya la necesidad de que parte del control se encuentre en el sistema, intermediado por la interfaz. Mientras se mantenga esta función de control, la hipotética realidad generada artificialmente no puede llegar a ser una réplica perfecta del mundo en el que vivimos, dado que entonces sería tan incontrolable como éste (sin mencionar que la tecnología actual no está capacitada para ello).

Por lo tanto, si ponderamos de forma pragmática sobre las finalidades de las tecnologías interactivas, como las de RV, nos percatamos de que el propósito primordial no está relacionado con el logro de la creación de un simulacro total (incontrolable como la vida misma), mas todo lo contrario. Los sistemas de RV, por ejemplo, se emplean cada vez más para la experimentación y la formación, como en medicina, en cirugías complejas (principalmente cardiología y neurocirugía), en intervenciones peligrosas en el entorno (como las realizadas por pilotos y astronautas), etc. En todos estos casos, se trata de modelos virtuales para instruir la realización de prácticas peligrosas lo más perfectamente posible; dicho de otro modo, son sistemas artificiales, en los que el observador puede actuar y testear la viabilidad de un mayor control. Esto tiene que ver, en definitiva, con la necesidad de conseguir, mediante diferentes tipos de control virtual, la experiencia para el dominio de las actuaciones en la vida real. Por lo general, en los sistemas artificiales la interactividad proporciona al interactor la sensación de expansión de su universo cognitivo y de sus capacidades sensomotoras. Conque habría que preguntarse cómo se produce el nexo psicosensoorial humano-máquina, teniendo en cuenta el horizonte psíquico y físico del interactor y los condicionantes de la máquina y del entorno virtual.

"Para que una máquina tenga éxito en el juego de imitación, debe aportar una parte considerable de lo que las personas consideran, en su auto-observación, características de su psique."<sup>9</sup> Con otras palabras, la máquina debería estar programada de tal manera que diera al interactor la sensación de estar moviéndose o dialogando con un sistema como si de un interlocutor real se tratara. En vista de ello, es esencial plantear si una computadora o un sistema computerizado es o puede llegar a ser efectivamente un *interlocutor* adecuado para la comunicación

8.. Wulf Halbach, *op.cit.*, p. 166

9.. Oswald Wiener, "Notizen zum Konzept des Bio-Adapters", en: *Schriften zur Erkenntnistheorie*, Viena/Nueva York, Springer Verlag, 1996, p. 95

humana. Según la tesis de Christoph von der Malsburg, en un diálogo, los interlocutores deben disponer de autonomía y libertad de acción, contar con sistemas de valor y de motivación y, en principio, con experiencias de mundo semejantes. En cualquier intercomunicación, cuando existe la necesidad de control, el diálogo como tal desaparece y es sustituido por el discurso o las estrategias de manipulación. Esto es precisamente lo que sucede, según von der Malsburg, en la interacción humano-máquina. Mientras el eje central sea el control, los ordenadores no pueden estar en la posición de *interlocutores* en una comunicación con seres humanos, sino que funcionan como *medios* de comunicación, o como reproductores, potenciadores o amplificadores de las funciones humanas.

Es justamente en este punto en el que discrepan las diferentes corrientes tanto en el contexto de las ciencias informáticas como del media art. Mientras que artistas como Myron Krueger, David Rokeby o Roy Ascott mantienen un cierto optimismo tecnológico y creen ser posible establecer un diálogo prolijo entre el sujeto que interactúa con la obra y el sistema computerizado, otros, como Lynn Hershman, subrayan igual que von der Malsburg las determinaciones psicoculturales del observador, que limitan la capacidad del sistema (obra) de producir en el espectador reacciones antes inexistentes, o descartan cualquier posibilidad de transformar la máquina en un interlocutor. Una tercera posición entiende la máquina como intermediario técnico que permite establecer un diálogo entre dos o más interactores, como en el caso de las obras de los artistas Paul Sermon o Agnes Hegedüs.<sup>10</sup>

Cada una de estas posiciones genera usos distintos de los sistemas interactivos. Las obras de Krueger o Luc Courchesne<sup>11</sup> aplican diferentes formas de simulación a fin de producir en el espectador la ilusión de que éste controla el sistema (dialoga con él). Al contrario, las propuestas de Hershman suelen incidir en la idea de la dualidad existente entre controlador y controlado, y, por consiguiente, en la interrelación o juego de poder que puede establecerse entre el usuario y la máquina. Otras posiciones, como la de Peter Weibel, intentan poner en evidencia el peso del contexto para la interacción con la obra y su comprensión; o como la de Jeffrey Shaw, que suele emplear un lenguaje de códigos y símbolos no convencionales para dejar constancia de la dificultad de lograrse un verdadero diálogo humano-máquina. Sermon y Hegedüs utilizan el sistema técnico como medio de comunicación entre dos o más personas que pueden estar físicamente remotas. En resumidas cuentas, desde la postura más idealista, la tecnología ocupa un lugar destacado y es parte fundamental de la investigación del artista; y desde la actitud más crítica, las máquinas son empleadas como herramientas a servicio de una idea conceptual o búsqueda intelectual que da significado a la obra.

De estas actitudes se desprenden distintas maneras de entender la interfaz. El recurso a la simulación subraya la función de la interfaz como un modelo implícito de interacción entre usuario y sistema, y por lo tanto disimulado: el usuario cree que puede controlar el sistema, aunque sea consciente de que no puede entender la manera a través de la cual lo hace. En este caso, prevalece la estética de la simulación, en la que la ilusión de ser partícipe en el sistema interactivo se basa sobre todo en la estrategia de la obra de disimular el grado real de diálogo humano-máquina, o la propia existencia del mismo. En el otro caso, la tendencia es dejar constancia de la superficialidad en la que se mantiene la relación entre el usuario y la obra, y por consiguiente se utiliza una interfaz explícita, cuyo objetivo es señalar los límites de la interacción entre ambos sistemas.

La acción del observador es, por consiguiente, parte esencial y complementaria del sistema interactivo. La entrada del sujeto "en" una obra (interactiva, telemática, etc.)

plantea las preguntas sobre la forma en la que se produce su "existencia" (actuación) sincrónica con el sistema, y sobre la relación entre el entorno del sujeto y el contexto del sistema. Lo que significa preguntarse por las diferentes tipologías de los sistemas interactivos y sus estrategias.

Las tecnologías de interfaz integradas en sistemas audiovisuales digitales permiten actualmente una serie de investigaciones sobre la interrelación entre realidad-virtualidad-observador-entorno. Al contrario de las imágenes analógicas, los datos digitales permiten la variabilidad y manipulación de los parámetros de información que constituyen la representación. Diversas obras de media art que emplean sistemas retroactivos e imágenes digitales suelen plantear directa o indirectamente las posibles variaciones que el observador, mediante la interfaz, puede producir en la obra a partir de la manipulación de datos, o sobre la facultad de generar nuevos espacios o entornos virtuales.

En líneas generales, entre los modelos de sistemas interactivos y según el grado de interactividad humano-máquina podemos detectar tres tipos de interactividad mediatizadas por imágenes, representaciones, sonidos, sistemas robóticos, etc.:<sup>12</sup>

1) *Sistema mediador*: reacción puntual, simple, normalmente binaria a un programa dado. 2) *Sistema reactivo*: ingerencia en un programa a través de la estructuración de su desarrollo en el ámbito de posibilidades dadas. Se trata de una interactividad de selección, que implica la posibilidad de acceso multidireccional a informaciones audiovisuales para la ejecución de operaciones predeterminadas por el sistema, y por lo tanto limitadas a éstas. 3) *Sistema interactivo*: estructuración independiente de un programa que se da cuando un receptor puede actuar también como emisor. Se trata de una interactividad de contenido, en la que el interactor dispone de un mayor grado de posibilidad de intervenir y manipular las informaciones audiovisuales o de otra naturaleza (como las robóticas) o, en sistemas más complejos, generar nuevas informaciones.

Edmond Couchot sugiere una diferenciación adicional entre interacción externa e interna. La *interacción externa* consiste en la interfaz humano-máquina, así como en las formas ofrecidas por el entorno, cuyos datos son procesados por ordenador mediante diferentes interfaces. La *interacción interna* corresponde, al contrario, al comportamiento comunicativo entre los propios objetos virtuales (los elementos constitutivos de la RV), que puede generar modelos de comportamiento para la animación de los llamados actores de síntesis.

Desde el punto de vista de los dispositivos técnicos, Roger Malina ha elaborado una lista de cinco criterios o características esenciales de los medios interactivos: 1) La posibilidad

10.. Véase las obras de Hegedüs, *The Televirtual Fruit Machine* (1993), *Between the Words* (1995), o de Sermon, *Telematic Visions* (1993). Es interesante notar que ambos artistas crean instalaciones interactivas en las que siempre debe haber más de un interactor y la comunicación entre ellos no se sirve del lenguaje hablado o escrito, sino de formas de comunicación poco usuales, como la gestual o corporal.

11.. Véase las obras *Portrait One* (1990) y *Family Portrait* (1993)

12.. Cfr. con otras propuestas de Françoise Holtz-Bonneau. *La imagen y el ordenador*. Madrid, Fundesco, 1986, p. 88; Roger F. Malina, "Der Beginn einer neuen Kunstform", en: *Prix ars electronica. Internationaler Wettbewerb für Computerkünste*. Linz, Brucknerhaus Linz, 1990, pp. 152-160; y Simon Penny, "Auto-matisiertes kulturelles Spiel. Versuch einer Systematisierung der interaktiven Kunst", en: Rötzer, Florian. *Schöne neue Welten?*, op.cit., pp. 263-279

de llevar a cabo una interacción que cambia el status interno del ordenador; 2) la viabilidad del ordenador de integrar posibilidades de aprendizaje, de forma que el status interno del computador pueda cambiarse cuando se produce la interacción; 3) la posibilidad de conectar varios computadores físicamente remotos a través de redes de telecomunicación; 4) la facultad de asimilar y procesar de diversas maneras señales que no son accesibles a los sentidos humanos, y conectar estas señales de forma sinestésica; 5) la capacidad de almacenar gran cantidad de información que sean accesibles de forma sencilla.<sup>13</sup> A éstas deberíamos añadir la factibilidad de autogenerar información significativa original (no preprogramada, como en los sistemas de IA) y la capacidad de simular comportamientos como si de organismos vivos se tratara (como los agentes inteligentes o seres de VA).

En este contexto técnico es importante distinguir asimismo entre los diferentes tipos de máquinas no-triviales. Heinz von Foerster determina la diferenciación entre máquinas triviales y no-triviales según el ámbito en el que actúan. Las triviales son descriptibles en su modo causal y, como máquinas previsibles, sólo son posibles en ámbitos no-físicos, como en el de las matemáticas; las máquinas que existen en el espacio físico son siempre no-triviales, dado que éste está supeditado a los procesos entrópicos. Puede diferenciarse entre dos tipos de máquinas no-triviales: las que pretenden aproximarse en su comportamiento a las máquinas triviales; y las que sin disimulación se comportan de forma no-trivial. Las primeras son máquinas funcionales que desempeñan tareas concretas; las segundas son máquinas potencialmente propicias a la interactividad.<sup>14</sup>

Desde otra perspectiva que tiene como punto de referencia el comportamiento y la conciencia, Peter Weibel distingue entre tres niveles de interacción: 1) la *interacción sinestésica*, que consiste en la interacción entre materiales y elementos, como por ejemplo imagen y sonido, color y música; 2) la *interacción sinérgica*, que se produce entre estados energéticos, como en obras que reaccionan al cambio en el entorno; y 3) la *interacción comunicativa* o *interacción cinética* entre personas y entre personas y objetos. En cualquier de los casos, el entorno o contexto de la obra es determinante para la efectivación de la misma. Habíamos visto anteriormente que la introducción del elemento *contexto* en el proceso de interacción significa la inserción de su condición como factor influyente en el proceso de comunicación. Por consiguiente, el límite o la amplitud de la interacción es proporcional al propio límite o amplitud "informativa" del contexto interactivo.

En una instalación interactiva de 1991, Peter Weibel reflexiona sobre la relación de dependencia entre observador y contexto a través de su actuación en un espacio simulado. *Cartesianisches Chaos (Caos cartesiano)* consiste en una plataforma de madera en el suelo, equipada con sensores y con una gran proyección en la pared frontal con imágenes de la superficie del agua. El observador, al caminar sobre la plataforma, genera señales digitales que controlan la imagen digital proyectada. Así, el observador que se encuentra en el espacio real puede ver desde fuera, como observador externo, este espacio proyectado. Cada movimiento, cada presión sobre el suelo de madera provoca las respectivas ondulaciones en las imágenes de la superficie del agua, sin que la pantalla o la imagen de las ondas sean tocadas. Siendo el agua un sistema dinámico, se puede intensificar la ondulación hasta que ésta alcance un estado caótico, ocasionando la autodestrucción de la imagen (las ondas "inundan" la imagen). Aquí, el observador forma parte de la fuente de distorsión. En la medida en que el entorno depende del observador, ambos se complementan para constituir un sistema interdependiente.

Estas cuestiones se hacen más evidentes y complejas si examinamos, por ejemplo, los sistemas telemáticos que utilizan Internet para la creación de mundos virtuales (o ciberespacios)

interactivos, en los cuales se produce un desdoblamiento del sujeto en interactivo real y virtual.<sup>15</sup> En los medios telemáticos se juega con la idea de presencia del observador lograda mediante textos, imágenes y sonidos. Estos datos generados por el observador e introducidos mediante formas simbólicas en el sistema generan una existencia dualista: no como copia mimética de su Yo, sino como Otro. Al hablar de sistemas retroactivos, se suele aludir a las prótesis, las cuales están relacionadas con el cuerpo y con sus funciones, ya que sirven de apoyo, prolongación, reproducción o sustitución de partes del cuerpo. En el caso de los sistemas telemáticos y de telepresencia, ya no podemos más referirnos a prótesis en el sentido tradicional, puesto que no se trata de la mera prolongación del Yo (cuerpo) del sujeto, sino de Otra (re)presentación de este sujeto en base a datos (mediante gráficos, sonidos, escritura fonética, iconográfica o simbólica, etc.).

Esto sugiere que la telepresencia en un sistema telemático y en un contexto virtual no es un complemento de la realidad del observador, puesto que reemplaza mentalmente una realidad por otra y hace superflua la necesidad de una actuación equivalente. Asimismo en la telepresencia, aunque los elementos de comunicación se refieren al sujeto (informaciones del o sobre el sujeto), no lo representan o reproducen del todo, ya que no son su imagen o su escritura las que son transportadas, sino que éstas consisten en codificaciones del sujeto. Esto significa que aunque estemos hablando de una cierta autorreferencialidad, no se trata de mero espejismo literal. El sujeto, al introducirse en el sistema como Otro, se transforma en objeto. Como *sujeto-objeto*, su identidad puede ser construida, modificada, reformulada, destruida: se trata de una existencia temporal e hipotética como elemento puramente utilizable en un contexto virtual. Aunque el observador detrás de este sujeto-objeto (y agente efectivo del mismo) sea una persona situada en un espacio y un tiempo definidos, al entrar como Otro en el contexto virtual del sistema telemático, asume la pérdida temporal de sus referencias físicas y presume la ambigüedad de su telepresencia.

De hecho, todos los discursos sobre la "desaparición" del sujeto o su desmaterialización cuestionan este proceso.<sup>16</sup> En otras palabras, el sujeto-objeto, este Otro en el sistema telemático, no es "imagen y semejanza" del observador o de su cuerpo. Esto es así por dos motivos principales: por un lado, los códigos (bits) sólo se refieren a ellos mismos, no son significativos sino activos; y por otro, en lo que concierne al sistema telemático, ya no se puede hablar de una diferenciación entre cuerpo y sujeto, dado que esta figura del Otro puede existir sin cuerpo. La distinción entre "interior" y "exterior", entre espacio y tiempo, existe únicamente en el contexto del mundo cognitivo. El observador,

13.. Cfr. Roger F. Malina, "Der Beginn einer neuen Kunstform", *op.cit.*, p. 155

14.. Cfr. Peter Krieg, "Versuch über Interaktion und Medien", en: Georg Hartwagner et. al. (eds.), *Künstliche Spiele*. München, Klaus Boer Verlag, 1993, pp. 180-181

15.. Para potenciar la apariencia de "mundo" como un posible espacio "real", a partir de 1994 empezaron a desarrollarse interfaces para la World Wide Web en tres dimensiones, que han adoptado la denominación VRML - Virtual Reality Markup Language, cuyo objetivo es crear un lenguaje estándar específico para la descripción de escenarios en 3D, conexiones e hiperlinks en Internet.

16.. Véase tercer capítulo. Cfr. con las teorías de Jean Baudrillard, Johannes Birringer, Paul Virilio, Peter Weibel, Vilém Flusser, Slavoj Žižek y Peter Zec.

en su vida real, dispone de un cuerpo que está estructurado y que consiste en una unidad espacial (como un contenedor). Dado que toda referencia espacial y matérica (localización, territorio, cuerpo físico, etc.) desaparece en el mundo de datos digitales, tampoco pervive la concepción de estructura espacial y física cerrada del cuerpo.

La existencia y actuación del sujeto-objeto se da a través de la interacción con el contexto virtual, ya que es ésta la que le permite estar en el sistema, intervenir en él y controlarlo. Por consiguiente, las interfaces desempeñan un papel, no tanto de vehículo de intercomunicación del sujeto, mas de extensión del propio sistema. Tanto la interacción con el sistema o la interacción con otros sujetos-objetos en el contexto del sistema se producen siempre a un nivel indirecto dada la existencia de la interfaz. No obstante, aquí impera la estética de la simulación y, por lo tanto, a efectos cognitivos, el interactor puede llegar a identificarse con el mundo virtual y sentirse inmerso en el sistema artificial. Así, la interfaz empleada en entornos directamente vinculados a las personas o sociedades (arte, juegos, etc.), además de definir la relación entre interactor y máquina, es el lugar en el que "máquina y cultura se vinculan". De dispositivo instrumental, la interfaz pasa a ser un "artefacto cultural", un recurso del imaginario para la generación de entornos virtuales experimentables cognitivamente y sensorialmente, de suerte que está en gran parte vinculada y determinada por los parámetros culturales humanos.<sup>17</sup>

Pero éste no es el paso definitivo. Progresivamente se va manifestando en diferentes investigaciones el propósito de superar estos límites culturales. Buena prueba de ello encontramos en el campo de la VA, debido a que el espacio de datos en el que se desarrollan los seres artificiales no tiene equivalencias estructurales en la esfera de lo humano. Es otro espacio (no-espacio), otro topo sin tropos (no posee propiedades físicas) y, por lo tanto, rehuye a la reproducción perfectamente análoga del sujeto y de su entorno. En sistemas de VA, el designio no consiste en transformarlos en un mero lugar de representación del ser humano, mas de expandir sus horizontes epistemológicos y las posibilidades de las experiencias cognitivas y sensoriales.

### Variabilidad, hipertextualidad e interactividad

Paralelamente al desarrollo técnico de los sistemas de interfaz, en los años ochenta se desarrollan los primeros entornos interactivos de Jeffrey Shaw, Myron Krueger y David Rokeby, así como los entornos o instalaciones interactivos basados en la técnica del videodisco.

Jeffrey Shaw concibió, en 1983-84, *Points of View*, su primer entorno interactivo controlado por ordenador, en el que el espectador se sienta frente a una proyección y puede, mediante un joystick<sup>18</sup>, manipular la imagen de un escenario con quince hieroglíficos egipcios (como un alfabeto visual en el que cada letra representa una figura ficticia). El movimiento de los signos produce asimismo cambios en el sonido (músicas y textos de artistas o escritores conocidos). Con esta obra, Shaw pone de manifiesto la complejidad de la comunicación y de la comprensión de la posible relación entre imagen, texto y sonido. El interactor navega sin realmente percatarse de una trayectoria clara y sin lograr descifrar el sentido último de los signos. De hecho, estas ideas son una constante en el trabajo de

Shaw, marcado por la preocupación por integrar al espectador en la obra a través de diferentes dispositivos de interfaz, pero sin caer en la eufórica concepción, propia de los sistemas de RV, de utilizar la imagen como medio de reproducción fiel de la realidad.

Entre 1988 y 1991, Shaw desarrolla varias versiones de la instalación interactiva *The Legible City*, una de sus obras más conocidas, en la que utiliza una bicicleta como interfaz entre el interactor y la ciudad virtual proyectada sobre una gran pantalla. No obstante, la imagen de la ciudad (Manhattan, 1989; Amsterdam, 1990; Karlsruhe, 1991) no se atiene a la visión realista de la misma, sino que está "construida" metafóricamente con grandes letras y palabras a modo de edificios, que conforman en su conjunto un plano análogo al de la ciudad en cuestión. Al poner en movimiento el pedal de la bicicleta y a través del manillar el público puede desplazarse virtualmente y en tiempo real por las calles de la ciudad (un *virtual voyaging*, como formula Shaw). El recorrido puede ser aleatorio, sin un objetivo final, o definido mediante un pequeño monitor instalado en el manillar, que permite al conductor escoger el camino deseado. Sin embargo, como en otras obras de Shaw, la arquitectura de letras, palabras y símbolos favorece la libre asociación y no se deja interpretar de modo inequívoco, transformando el proceso de recepción en el propio tema de la obra. Experiencias semejantes pueden ser vividas por el público en otras instalaciones interactivas de Shaw, como en *The Narrative Landscape* (1985), *Alice's Room* (1989) o *The Virtual Museum* (1991).<sup>19</sup>

El desarrollo de la tecnología del videodisco, en 1975, por las empresas Telefunken y Decca –en la época llamado TeD (Television Disc)– favorece la investigación de su aplicación en los campos del cine y del arte interactivo, aunque su primer propósito fuera comercial y militar (como en el caso de la tecnología telemática, de RV y otras). El primer experimento, titulado *Movie Map*, fue realizado en 1978-79 por el Architecture Machine Group, dirigido por Nicholas Negroponte en el MIT y financiado por el Defense Advanced Research Projects Agency de los Estados Unidos. *Movie Map* puede ser visto como el principal antecedente de *The Legible City* de Shaw. En este caso, el viajero puede navegar por las imágenes reales (con cualidad videográfica o infográfica) de las calles de la ciudad de Aspen, en Colorado, escoger entre las diferentes estaciones del año y las direcciones, y buscar información sobre determinados lugares o edificios.<sup>20</sup>

Entre 1982 y 1983, en el Center for Advanced Virtual Studies (CAVS) del MIT, Otto Piene produce, junto con Rus Gant, Vin Grabill, Ben Davis y otros, dos videodiscos documentales con la presentación de los artistas que trabajaban en este centro, y el *Sky Disc*, con varios proyectos y ensayos sobre temas

17.. Cfr. Simon Penny, "Automatisiertes kulturelles Spiel", *op.cit.*, pp. 264-265

18.. Tipo una palanca utilizada en los juegos informáticos como dispositivo de control.

19.. Para más información sobre Shaw y sus obras, véase el catálogo de su retrospectiva: Anne-Marie Duguet / Heinrich Klotz / Peter Weibel (eds.), *Jeffrey Shaw. An user's manual. From Expanded Cinema to Virtual Reality*. Ostfildern, Cantz Verlag, 1997.

20.. En 1985, Jean-Louis Boissier recupera la idea del viaje virtual en la instalación interactiva *Le Bus*, que también emplea videodisco, presentada en la exposición *Les Immatériaux*, en París.

relacionados con el aire, el cielo y las telecomunicaciones, presentado en la exposición itinerante *Sky Art*. Otro grupo asociado al CAVS, el Film and Video Group (en 1988, pasó a denominarse Interactive Cinema Group), desarrolla, en 1984, el *Elastic Movies Disc*, que integra obras de Bill Seaman, Luc Courchesne, Ellen Sebring, Russell Sasnett y Rosalyn Gerstein.

En este mismo año, Lynn Hershman crea *Lorna*, su primera instalación interactiva que emplea el videodisco, presentada en la Galería Fuller Goldeen, en San Francisco. Hershman, que como Shaw venía del mundo de la performance, combina en esta obra aspectos y elementos de sus últimas acciones *The Dante Hotel* y *Roberta Breitmeyer*, en las cuales reflexiona sobre los temas de la identidad y de las relaciones entre arte y vida, y entre realidad y ficción.<sup>21</sup> La complejidad del tratamiento iconográfico contrasta con la sencillez formal de la instalación, que se resume en una pantalla, frente a la cual el público puede sentarse e interactuar mediante un mando a distancia. El videodisco contiene 36 breves capítulos (en total 17 minutos) con imágenes de una mujer claustrofóbica de nombre Lorna, que está confinada en su piso y se mantiene conectada al mundo exterior únicamente a través del teléfono y de la televisión. El público puede seleccionar determinados objetos de su piso y a través de ellos recopilar información sobre la vida y la personalidad de Lorna. Así, el espectador puede reconstruir de forma no-lineal la historia del personaje, tomar decisiones sobre su vida, o dejarse aconsejar por un comentarista o moderador, que aparece como figura intermediaria entre el público y la obra. Al final, la historia tiene tres posibles desenlaces: Lorna continúa su vida encerrada en el piso; consigue liberarse y va a vivir en Los Angeles; o se suicida.

*Lorna*, así como *Elastic Movies Disc*, además de conectar con los desarrollos que tienen lugar paralelamente en arte interactivo, incide en la investigación sobre la tecnología de la información basada en el lenguaje hipertextual. Aunque el frecuentemente citado ensayo de Vannevar Bush, *As We May Think*,<sup>22</sup> considerado la primera fuente sobre la idea de una nueva forma de plantear el acceso a la información de modo no-lineal, fuera editado en los años cuarenta, permaneció públicamente olvidado hasta mediados de la década de los ochenta. El proyecto de Bush consistía en crear un sistema denominado *Memex* que funcionase como extensión de la memoria humana, al cual las personas pudiesen acceder de forma asociativa e intuitiva. Bush había partido del análisis del propio funcionamiento cerebral del ser humano: "La mente humana opera por asociación. Después de aprehender un hecho o idea, la mente salta instantáneamente al dato siguiente, que le es sugerido por asociación de ideas, siguiendo alguna intrincada trama de caminos conformada por las células del cerebro."<sup>23</sup>

La propuesta de Bush se vuelve factible con el paso de la tecnología analógica, que tendía a un almacenamiento lineal de información, a la tecnología digital, que pone fin a la imposición de secuencialidad al posibilitar el acceso directo a cualquier bit de información.

La idea del *Memex* influye en investigadores como Theodor Nelson, Douglas Englebart, Andries van Dam, entre otros pioneros del hipertexto. En 1965, Nelson, apoyándose en la teoría de Bush, explora las potencialidades del por él denominado *hipertexto* —una forma de escritura no secuencial (*non-sequential writing*), como él lo define— unido a sistemas informáticos, cuyos principales elementos serían los *hiperlinks* o enlaces. Nelson plasma sus ideas en el libro *Literary Machines*, publicado por el autor en 1981,<sup>24</sup> en el que define el hipertexto como una escritura no secuencial, un texto que bifurca, que permite que el lector elija y que se lea mejor en una pantalla interactiva. Se trata de una serie de bloques de

texto conectados entre sí por nexos, que forman diferentes itinerarios para el usuario".<sup>25</sup> En los años setenta, Nelson expandió esta noción al concepto de *hypermedia* o hipermedios, que se caracteriza por englobar diferentes medios (vídeo, fotografía, ordenador, etc.) y varios tipos de información, como imágenes fijas y/o en movimiento, textos, infografías, música y sonido, etc., en una misma tecnología o soporte (como el videodisco o el CD-ROM, y más recientemente el DVD).

Los principales rasgos de la forma hipertextual consisten en la ramificación del texto y en la posibilidad de interrumpir una secuencia (mediante el clic del ratón o pulsación de una tecla) y saltar a otro nivel. Los diferentes niveles de información textual y gráfica no suelen estar ordenados por categorías jerárquicas, sino que, a través de los enlaces o *links*, conforman la estructura discontinua de la obra como una red de conexiones. Cualesquiera de las nociones convencionales aplicables a las creaciones analógicas o impresas, como las de centralidad del discurso, conclusión, final u obra acabada, no corresponden con la nueva perspectiva hipertextual, ya que el sistema digital permite recurrir frecuentemente a principios indefinidos, finales múltiples o conclusiones parciales, que acaban generando un estilo propio.

El tipo de desplazamiento que el lector/usuario/interactor debe realizar a través del hipertexto para acceder a los varios niveles de información confiere a la obra un carácter espacial, temporal y dinámico. No obstante, la condición temporal es completamente distinta a la de la organización y duración de narrativas secuenciales, puesto que los contenidos sólo existen en forma almacenada (potencial) y en red. Las variaciones del tiempo de lectura y del tipo de trayecto elegido dentro de la constelación textual significan igualmente variaciones del hilo narrativo.

Esta construcción antijerárquica, contingente y no-lineal está en la base de lo que se denomina pensamiento poslogocéntrico o nómada, que ha sido ampliamente articulado por Gilles Deleuze y Félix Guattari a través de sus nociones, por un lado, de rizoma como una red caóticamente distribuida y, por otro, de espacios o viajes "lisos" como un devenir incierto en el que los puntos están subordinados a la trayectoria. De lo que se desprende que una parte fundamental de la significación de la obra recae en el dinamismo, la flexibilidad y la navegación que propone, y no exclusivamente en su contenido.<sup>26</sup>

Un buen ejemplo sería la narración hipertextual *Afternoon*, de Michael Joyce, que suele ser un marco de referencia para gran parte de la crítica que investiga en narrativa no-lineal.<sup>27</sup> El lector encuentra nada menos que 539 segmentos narrativos, desde los que puede acceder a 951 enlaces, que producen una organización en red compleja, en la que el lector puede entrar

21.. Para más información, véase L. Hershman, "Fantasías sobre el anticuerpo. Lujuria y deseo en el (ciber)espacio", en C. Giannetti (ed.), *Arte en la era electrónica. Perspectivas de una nueva estética*. op.cit., pp. 60-71

22.. Vannevar Bush, "As We May Think", en: *Atlantic Monthly* 176, julio de 1945, pp. 101-108

23.. "The human mind (...) operates by association. With one item in its grasp, it snaps instantly to the next that is suggested by the association of thoughts, in accordance with some intricate web of trails carried by the cells of the brain." V. Bush, "As We May Think", op.cit.

24.. Versión revisada en 1993.

25.. T. Nelson, "Literary Machines", cit. por George Landow, *Hipertexto*, Barcelona, Paidós, 1995, p. 15

26.. Guattari y Deleuze diferencian entre estructuras estrías en árbol y estructuras lisas en rizoma. En el hipertexto, las estructuras jerárquicas y lineales son logocéntricas, y las lisas y no-lineales, nómadas. Véase G. Deleuze / F. Guattari, *Rizoma (Introducción)*. Valencia, Pre-textos, 1997

27.. Véase M. Joyce, *Afternoon: a story*. Cambridge, Mass., Eastgate Systems, 1987

y salir en cualquier punto. El hilo narrativo se construye como un palimpsesto, capa por capa, en las que se sedimentan los orígenes de la historia. Esta ocultación parcial transforma cada link en un descubrimiento para el lector.

Las estrategias no-lineales son adoptadas por diferentes tipos de producciones y desarrolladas de maneras heterogéneas. Espen J. Aarseth propone cuatro distinciones o niveles de no-linealidad:

1) El sencillo texto no-lineal, cuyos téxtones resultan totalmente estáticos, abiertos y explorables por el usuario; 2) el texto no-lineal discontinuo o hipertexto, que puede cruzarse con "saltos" (enlaces explícitos) de un texton a otro; 3) el cibertexto determinado, en el que el comportamiento de los téxtones es predecible aunque condicional y con el elemento de representación de rol, y 4) el cibertexto indeterminado, cuyos téxtones son dinámicos e imprevisibles.<sup>28</sup>

Hay que tomar en cuenta que algunas obras pueden situarse entre estas amplias categorías y generar otra forma de interacción. Para Aarseth, las diferencias entre hipertexto y cibertexto consisten, por un lado, en la tendencia de la cibertextualidad a lo empírico y a una evasión de la narrativa o argumento, tendencia que no se encuentra en la novela hipertextual; y por otro, en la característica del ciberistema de alterar o dejar cambiar el propio texto y transformar el usuario, más que en interactor, en intérprete de un papel en el contexto de la obra. En consecuencia, el usuario asume parte de la responsabilidad del desarrollo del cibertexto, al contrario del hipertexto, en el que, aunque el interactor sea responsable del tipo de trayecto que selecciona, el texto (autor) mantiene el control sobre los contenidos.

Aarseth remonta los inicios del cibertexto a dos campos de la informática, a saber, los programas de diálogo basados en sistemas de IA, como *Eliza* de Joseph Weizenbaum (1966), y los juegos informáticos de aventura, como *Adventure*, primero del género que se difundió a finales de los años setenta. Ambos serían ejemplos de cibertexto determinado, ya que una serie de acciones del usuario produce siempre los mismos conjuntos de resultados, que son, por lo tanto, predecibles. El desarrollo de los sistemas de IA permite generar modelos de interacción más complejos y flexibles, de forma que los inputs de los usuarios dan lugar a resultados imprevisibles. Un ejemplo sería el proyecto *Oz - Interactive Drama and Believable Agents*, desarrollado por el grupo de investigadores de la Universidad de Carnegie Mellon, cuya arquitectura incluye un interactor, una teoría de presentación y un observador interno o *drama manager*, que contempla todos los acontecimientos e interacciona con personajes simulados (*believable agents*) en un mundo virtual o *interactive story world*.<sup>29</sup> Otro ejemplo es la versión telemática expandida del *Multi-User Dungeon* (MUD) –un juego interactivo con personajes manipulables, cuya primera versión apareció en 1980, conocido como *TinyMUD* (1989-1990)–, que apuesta por la cocreatividad de los usuarios para configurar objetos e interpretar roles, siendo que el propósito de un MUD no es ser leído, sino sólo experimentado desde la perspectiva de uno o más personajes de usuario. Como subraya Aarseth, en el cibertexto el usuario puede convertirse en algo parecido a un autor, pero no en el autor del sistema, sino en un autor dentro del cibertexto.

Paralelamente a estos desarrollos, desde otros campos también se exploran las ideas en torno a la estructura, la lectura o la percepción no-lineal o no secuencial. Como habíamos

visto en el tercer capítulo, John Cage, por ejemplo, a partir de los años cincuenta, empieza a trabajar con los parámetros de variabilidad e indeterminación en la música (que posteriormente serán asimilados por Nam June Paik en su obra). Sus conciertos, en los que experimenta con radios conectadas en directo a diferentes estaciones, logran una forma de pluridimensionalidad como la de los hipertextos. Asimismo sus presentaciones interdisciplinarias, como *Minutiae* (1955), inciden en la idea de intermedialidad propia de los hipermedios. No es mera coincidencia que Cage estuviese profundamente influenciado por las ideas de *I Ching* o Libro de los cambios, el oráculo chino de más de tres mil años, cuyo texto ha sido ampliado por diferentes pensadores y sigue mutando hasta hoy. A partir de un sistema combinatorio de 64 hexagramas, formados por seis líneas continuas o discontinuas, el *I Ching* permite al lector obtener respuestas a sus preguntas mediante un principio aleatorio (echando monedas o palitos) que conforma las combinaciones binarias a partir de las cuales se produce el hexagrama. De esta manera se llega a un significado o sabiduría. Varios autores ven en la ingeniosa manera de implicar al lector en la obra a través del ritual de formulaciones y juego aleatorio un paralelismo con la estructura no-lineal, y consideran al *Libro de los cambios* como precursor de la escritura y la lectura participativa e hipertextual. En este contexto, vale la pena recordar la propuesta de Ramón Llull de aplicar la combinatoria como método para llegar a enunciados relevantes, que también se estima como un antecedente de los sistemas combinatorios digitales.

De mediados de los años sesenta en adelante, las nociones de no-linealidad e interactividad encuentran aplicación también en el campo del audiovisual. Grahame Weinbren<sup>30</sup> desarrolla, en 1967, su película interactiva *One Man and his Jury*, presentada en el pabellón de la Checoslovaquia con motivo de la Exposición Mundial de Montreal. Durante la proyección, en determinados momentos la película se detenía y el público podía seleccionar, mediante botones instalados en los brazos de los asientos, cuál rumbo quería dar a la historia. Aunque se tratase de un experimento limitado, dado que las contribuciones del público se ceñían a la selección de un itinerario audiovisual que, aunque plural, era preestablecido, la idea de romper con la determinación unidireccional de la narración tiene importantes implicaciones tanto para la estructura de la obra como para la actitud del espectador. Por un lado, la obra adopta una estructura ramificada y pluridireccional, y por otro, el público se ve implicado en la elección subjetiva o conceptual del desarrollo del guión y se siente partícipe de la obra.

A partir de la década de los setenta, en los más diversos campos y muchas veces de manera interdisciplinar, se multiplican

28.. Espen J. Aarseth, "No linealidad y teoría literaria", en: George P. Landow (ed.) *Teoría del hipertexto*. op.cit., p. 84

29.. Para más información, véase J. Bates, "Computational Drama in Oz", en: *Working Notes of the AAAI-90 Workshop on Interactive Fiction and Synthetic Realities*. Boston, MA, 1990; B. Laurel, *Computers as Theater*. Reading, Mass., Addison-Wesley Publishing Company, 1991; y en la web <http://www.cs.cmu.edu:80/afs/cs.cmu.edu/project/oz/web/papers/CMU-CS-97-156.html>

30.. Weinbren nació en Johannesburg en 1947, se radicó primero en Londres (1951) y posteriormente en los EE.UU. (Los Angeles, 1971; Nueva York).

las investigaciones sobre las posibilidades de participación del público y de la aplicación del lenguaje hipertextual. Nicolas Schöffer, Pierre Henry y Alwin Nikolais desarrollan una pieza innovadora en forma de espectáculo musical, visual y plástico titulado *Kyldex*. Presentado en 1973 en la ópera de Hamburgo, este tipo de 'música expandida' se define como un experimento cibernético lumínico-dinámico (de aquí provienen la sigla del título: *Kybernetisch-luminodynamische Experimente*). La participación del público consistía en decidir el curso de la obra. Cada persona recibía en la entrada cinco enseñas de diferentes colores que correspondían a diferentes significados: parar=rojo; más rápido=verde; explicar=blanco; más despacio=azul; repetir=amarillo. Durante la presentación hipermedial, que consistía en un concierto de música electrónica acompañado de proyecciones de cine y diapositivas, iluminaciones con luces estroboscópicas, rayos y prismas, y acción de cronos-esculturas cinéticas controladas a distancia, el público debía hacer uso de las señales y decidir, así, el desarrollo de la obra. Cinco observadores localizados delante del escenario registraban las sugerencias del público, que levantaba las enseñas al final de cada segmento, e introducían el color dominante en un sistema electrónico que transmitía el resultado tanto a Schöffer como a una central que controlaba los dispositivos técnicos. De esta manera, las decisiones tomadas por el público influenciaban directamente el curso de la obra en sus diferentes niveles. Tanto el tipo de estructuración de la obra como el modo de experiencia de la misma por parte del público sufrían, así, un giro considerable.

La audición "tradicional" de un concierto o la asistencia de un espectáculo siempre estuvieron marcadas por una organización fija, estable e inalterable, asegurada por la definición completa (sea por partitura, guión, pregrabación, etc.) del transcurso de la obra, durante el cual el público debe mantenerse totalmente pasivo. En *Kyldex*, el proceso y la sucesión de información (audiovisual, sonora, escenográfica, etc.) se vuelven flexibles en la medida en que son dependientes de la voluntad imprevisible del público, que puede optar por cinco parámetros distintos. La pieza se construye como un proceso dialógico entre obra (como sistema abierto) y público (como partícipe), entre los fragmentos (cada segmento y su secuencia circunstancial) y el todo, entre contenido y contexto. Cada presentación es, por tanto, siempre un nuevo estreno de una obra renovada, dada la oscilación potencial de su estructura.

*One Man and his Jury* y *Kyldex* desarrollan diferentes aproximaciones a las nociones de hipertexto con sus formas de enlaces, linealidades interrumpidas, sinapsis de transición y enfoque pluridireccional, que generan un espacio de libertad que debe ser llenado o redefinido por el público. La definición que Michael Joyse propone para el concepto de *hipertexto constructivo* puede ser perfectamente extrapolada a este tipo de obras entendidas como espacios para la improvisación y el descubrimiento, donde los usuarios pueden seguir múltiples líneas de asociación, en lugar de tener que ubicar las aseveraciones en una lógica única. Los ejemplos anteriores nos permiten constatar la forma en que las ideas de variabilidad, indeterminación y potencialidad (virtualidad) asumen cada vez más relevancia en el contexto de la creación artística y pasan a ser los fundamentos característicos del media art.<sup>31</sup>

Weinbren, después de la experiencia con cine interactivo, continua su investigación sobre nuevas formas y estructuras audiovisuales utilizando el soporte del videodisco. En dos obras -*The Erl King* (1986) y *Sonata* (1991/93)- Weinbren perfecciona las técnicas interactivas de narración y logra efectuar una fragmentación de los contenidos textual,

sonoro e iconográfico como resultado de la apertura a la participación activa del público en la obra, sin renunciar al encadenamiento conexo de la narrativa, de modo a preservar el sentido amplio de la obra.

El trabajo *The Erl King*, que se presenta en forma de instalación interactiva, está estructurado en diferentes niveles de narración que conforman una red espaciotemporal compleja, cuyo hilo del discurso es la canción de Schubert *Der Erlkönig*, cantada por Elisabeth Arnold en el inicio de la obra. A ésta se suman las referencias al propio relato de Goethe, *Erlkönig*, y al relato de Sigmund Freud *Traum vom brennenden Kind* (*El sueño acerca del niño quemándose*). A través de la pantalla táctil, el público puede acceder y navegar entre estos diferentes niveles. Al contrario de la estrategia de instancia explícita a la participación del público adoptada en Lorna por Lynn Hershman, *The Erl King* dispensa cualquier tipo de indicación (como ocurre también con *Afternoon*, que opta por la invisibilidad de los enlaces). Intuitivamente el interactor, al tocar la pantalla, no sólo puede cambiar de escena como ampliar o ver ilustraciones de la historia, que se desarrolla de forma surrealista, tanto por sus cuestionamientos psicoanalíticos, como por su propia estructuración temporal.<sup>32</sup> Aunque la dialéctica entre la realidad y la ficción (del sueño o de la saga) sea un tema relevante en la pieza, el elemento central es, no obstante, la conformación de la estructura hipertextual de la obra, que induce el interactor a modificar su método tradicional de lectura y visionado, en la medida en que la actualización del abanico de posibilidades del relato depende de su iniciativa.

*TV-Helm* (Pichler), *One Man and his Jury* (Weinbren), *Kyldex* (Schöffer et. al.), *Videoplace* (Krueger), *Very Nervous System* (Rokeby), *Elastic Movies Disc* (Film and Video Group), *Lorna* (Hershman), *Le Bus* (Boissier), *The Erl King* (Weinbren) o *The Legible City* (Shaw) son algunos de los ejemplos más relevantes de la primera etapa, entre los años sesenta y los ochenta, del desarrollo de environments, instalaciones, cine, concierto o experimentos interactivos, que investigan las ideas de observador interno y partícipe, de interfaz, de sistema intrínseco, de hipermedialidad y de hipertextualidad. Estas nociones, empleadas de forma creativa, marcan algunas de las pautas básicas del arte interactivo y abren nuevas perspectivas a la experiencia estética. El paso siguiente será proporcionar al observador/interactor la posibilidad de situarse en el contexto de la obra no sólo como un agente que se identifica, sino también como parte integrante de la misma. Este proceso de inmersión, en el que ya investigaba Pichler y que es explorado actualmente por los sistemas de RV, provoca el colapso de las distancias entre contexto de la

31.. Cfr. con Peter Weibel. Según Weibel, "la construcción de mundos de eventos controlados por el contexto, que son en definitiva el centro del computer art, cuyas posibilidades específicas, a saber, variabilidad, virtualidad y viabilidad, son empleadas de forma magistral, es comparable con la construcción de la realidad en la teoría cuántica". Peter Weibel, "Transformationen der Techno-Ästhetik", en: Florian Rötzer (ed.), *Digitaler Schein*. Frankfurt, Suhrkamp Verlag, 1991, p. 242

32.. Constatamos cierta afinidad con las películas de Maya Deren y su concepto de "verticalidad temporal".

obra (ficción) y contexto del observador (realidad). La inmersión marca la diferencia entre los sistemas hipertextuales basados en una red de enlaces **-inputs explícitos-** a los que el interactor accede mediante interfaces técnicas externas, y los sistemas interactivos basados en interfaces internas con simuladores de *inputs* táctiles o corporales **implícitos**.

## Realidad Virtual: el mundo como escenario interactivo

### Ficción y RV

Desde la literatura de ficción se ha concebido modelos de mundos virtuales, que avanzaron en el tiempo los desarrollos técnicos, las experiencias y los cuestionamientos acerca de la RV. El escritor y teórico Oswald Wiener, en un ensayo visionario titulado "der bio-adapter (für w. pichler)",<sup>33</sup> escrito entre 1965 y 1966, plantea temas esenciales relacionados con la expansión de las capacidades humanas mediante el uso de interfaces internas y la consiguiente facultad de control del entorno. Influenciado por las ideas de Buckminster Fuller y de la Cibernética, Oswald Wiener elabora una estrategia tecnológica para "sustituir el mundo, es decir, tomar a su cargo como emisor y receptor de informaciones vitales (alimentación y diversión, metabolismo y cambio espiritual) las funciones hasta ahora totalmente insuficientes del *entorno existente*".<sup>34</sup> La solución formal encontrada se asemeja a un traje envolvente, una especie de segunda piel o "útero", denominado "traje afortunado", que ayuda a los seres humanos a superar la situación "miserable" y "fastidiosa" en la que se encuentran el mundo y ellos mismos. Al introducirse en el traje del *bio-adapter*, las personas "se transforman en una unidad soberana". Ya no son más dependientes del cosmos ni necesitan continuar la historia del dominio del mundo, porque se colocan en una posición superior a este.

Los impulsos que llegan al traje por medio de sensores son analizados, seleccionados y transcodificados en un "espejo de información", es decir, en informaciones equivalentes. La visión del entorno deja de ser directa: por ejemplo "se ve la imagen de las piernas, y no las *piernas mismas*". El observador interno puede actuar a través del traje en esta nueva realidad, pero no puede distinguir entre los fenómenos de observación interna y los de observación externa, ya que se halla inmerso en la propia representación.

El inconveniente es que una vez colocado el traje, ya no se puede más abandonarlo, "justamente porque una persona que se encuentra en fase de adaptación ya no puede más vivir fuera del *bio-adapter*". Este proceso de asimilación debe culminar en la conexión directa de los órganos sensoriales del sujeto con el emisor de información del *adapter*, así como en el aniquilamiento del sistema nervioso del observador, que acaba totalmente acoplado a la estructura.

A pesar de su matiz insólito y solipsista, Wiener plantea cuestiones de fondo, que volvemos a encontrar en las reflexiones actuales en torno a la RV, a saber: la de la creación de un sistema técnico que permita la simulación del mundo y la comunicación "desde fuera" con "otra" realidad; la desaparición de la interfaz mediante acoplamientos directos; la traducción; la inmersión completa y la consecuente indistinción entre realidad de la máquina y realidad humana; etc. El mensaje intrínseco del texto de Wiener se ciñe a la proposición de una solución edificante para la humanidad:

El *bio-adapter* ofrece en sus bases el primer modelo impugnable de una solución cabal para todos los problemas del mundo; él encarna la oportunidad de nuestro siglo: la superación de la filosofía mediante la técnica (además del lenguaje como argumento contra el solipsismo).<sup>35</sup>

Podríamos considerar el *bio-adapter* como una versión funcional de lo que Nietzsche vaticinaba en filosofía: la reducción de la realidad humana a una "fábula"; a diferencia que aquí ésta se construye desde el exterior por una máquina.

Siguiendo una línea de pensamiento análoga, el escritor Daniel F. Galouye publica, un año antes del texto de Oswald Wiener, en 1964, la novela de ciencia ficción *Simulacron-3*,<sup>36</sup> en la que desarrolla un punto de vista peculiar que también presenta paralelismos con el mecanismo de los sistemas de RV y principalmente con sus planteamientos conceptuales. Mientras O. Wiener se circunscribe a las cuestiones posthumanas y formales del sistema interactivo inmersivo, el centro del argumento de la novela de Galouye es la reflexión sobre la cuestión cognoscitiva de la simulación de otras realidades. La intención del autor no es imaginar las posibilidades técnicas del sistema, sino plantear problemas relacionados con la percepción y el conocimiento, como por ejemplo los temas sobre la diferenciación entre realidad natural y realidad simulada, la objetividad de la realidad, el papel del observador, la relación entre observador interno y observador externo. En mundos creados artificialmente, o modelos de mundos virtuales, se desata el conflicto en torno a la cuestión del control de cada modelo de mundo a través de observadores externos.

*Simulacron-3* propone la simulación, mediante el empleo de superordenadores digitales, de una gran ciudad con miles de habitantes virtuales controlada por una macro-empresa. Los habitantes son inducidos a creer que viven en un "mundo real". El objetivo del experimento es utilizar la población simulada para testear productos comerciales antes que éstos sean distribuidos en el mercado real. Los técnicos de la empresa se transforman, por tanto, en observadores externos del mundo simulado. A su vez, los habitantes de la ciudad virtual son seres tan complejos, que pueden ellos mismos simular modelos de mundo bajo su control. Estos otros mundos simulados por los seres virtuales también están habitados por individuos que, como ellos, acreditan vivir en un mundo real. La expansión y multiplicación gradativa del sistema (como una forma fractal que se repite de manera idéntica), así como el grado de veracidad del mismo, lleva a los ingenieros de la gran empresa -los considerados habitantes del mundo "real"- a empezar a dudar de la veracidad de su propia realidad: tal vez ellos mismos vivan en la ilusión de encontrarse

33.. El ensayo fue incorporado a su novela *Die Verbesserung von Mitteleuropa, Roman (La mejora de Europa Central, novela)*, 1969

34.. Oswald Wiener, "Appendix A - Der Bio-Adapter", en: *Schriften zur Erkenntnistheorie*. Viena/ Nueva York, Springer, 1996, p. 46

35.. Oswald Wiener, *op.cit.*, p. 46

36.. Esta obra sirvió de guión para las películas de Rainer Fassbinder, titulada *Welt am Draht (Mundo en alambre)*, producida en 1973, y de Roland Emmerich, *The 13th Floor*, en 1999. Citada por Otto Rössler en "Endophysik. Physik von innen", en el catálogo de *Ars Electronica*, Viena, PVS Verleger, 1992, p. 51

en un mundo aparentemente real, ya que sería factible que fuesen también seres virtuales controlados por observadores externos desde un sistema superior al de ellos. Galouye insinúa que la sospecha de los técnicos es verdadera.

Esta novela nos permite establecer nexos con las actuales tecnologías emergentes de RV y IA, y con los discursos cada vez más complejos desde los campos de las ciencias cognitivas, la neurobiología y la tecnociencia sobre las nociones de realidad y de observador, temas que analizaremos en los próximos capítulos.

Llegados a este punto de reflexión, abordaremos *grosso modo* —ya que no se trata aquí de escrutar cuestiones puramente técnicas— algunas características de los sistemas de Realidad Virtual.<sup>37</sup>

Se suele distinguir entre seis sistemas interactivos de RV: sistemas de RV no-inteligentes; sistemas de VR con representaciones visuales realistas; sistemas de VR con representaciones visuales fotorrealistas; sistemas de VR que emplean de forma variable procesos de IA para generar objetos sin inteligencia propia; sistemas de VR que emplean de forma variable procesos de IA para generar objetos inteligentes y que poseen interfaces entre los sistemas de IA. Asimismo, además de las representaciones visuales, existen otras posibilidades, como la representación de estructuras acústicas, estructuras sensoriales, gustativas y olfativas. Desde el punto de vista de la relación del interactor con el sistema, puede diferenciarse sobre todo entre sistemas no inmersivos, en los que el observador se acerca al entorno virtual de una manera extrínseca, como si mirara a través de una ventana hacia otra realidad en la cual puede intervenir; y sistemas inmersivos, en los que el interactor se siente acoplado al mundo virtual y por tanto inmerso en un entorno artificial. Mientras los primeros suelen utilizar pantallas de proyección o monitores, los otros emplean dispositivos como los cascos o gafas de datos o el tipo de estructura cúbica en la que el visitante puede entrar, denominado CAVE (Automatic Virtual Environment), con proyecciones estereoscópicas sobre tres o cuatro lados del cubo. (Son posibles otras clasificaciones según la complejidad del sistema.)

Aunque puedan integrarse otros sistemas tecnológicos más complejos, como los de IA, que posibilitan un incremento cualitativo en la realización de nuevas prestaciones de manera "inteligente", persisten los problemas de la efectividad de la representación o visualización y de la efectividad del output. Es decir, del grado de simulación inmersiva del audiovisual y la rapidez de cambio (ya que el nivel de prestación depende de la capacidad de memoria y de la velocidad de procesamiento del ordenador); y, por otro lado, la cuestión de la simetría de reacción de la máquina a la acción del interactor, percibida por éste a través de sonidos, imágenes animadas y/o en 3D, efectos táctiles o retornos de esfuerzo.

Respecto a la primera cuestión, es importante destacar la paradoja existente acerca de la *efectividad* de imagen. Aunque suele valorarse, entre otros, el número de pixels, las frecuencias y el grado de realismo visual de la representación (relacionado en gran parte con los métodos de *shadings* y *renderings* para la generación de imágenes fotorrealistas, con la representación de las texturas —superficies fractales, etc.—, o con la combinación inteligente de los procesos de generación de imágenes), no siempre es la calidad de la imagen el factor condicionante de la sensación de inmersión. Muchos artistas, como Myron Krueger, que trabajan con mundos simulados basados en gráficos imaginarios muy esquemáticos, llegan a lograr la identificación del usuario con la realidad simulada sin necesidad de recurrir a efectos visuales fotorrealistas o incluso a cascos

de visualización. Su instalación *Videoplace*, por ejemplo, consiste en un espacio con una gran pantalla en la que se proyecta la imagen de la silueta del visitante captada y procesada por ordenador. La máquina genera los gráficos correspondientes y otros "objetos" abstractos, con los que el interactor puede interactuar como si de una especie de metajuego se tratara. El interactor puede manipular estos gráficos bidimensionales proyectados y establecer un diálogo con su propia "réplica" o mover los objetos. Asimismo es posible conectar varias instalaciones y fusionar sus entornos, de forma que los interactores pueden ver en "su" entorno la representación de participantes de las otras instalaciones. De esta manera, Krueger establece un estrecho vínculo entre la persona y su doble (su sombra) existente y virtualmente "vivo" en la pantalla, así como entre los interactores locales y los remotos, dando la sensación de inmersión en un contexto virtual y comunicativo. Sin gran despliegue tecnológico, sin el empleo de imágenes en 3D, sensores o dispositivos de datos, Krueger logra crear un entorno en el que el observador experimenta la sensación de nexo entre contexto real y mundo virtual.

*Metaplay* es también un buen punto de referencia para formular la pregunta sobre la simetría en la comunicación humano-máquina, en la que las interfaces desempeñan el papel esencial. Ésta y otras instalaciones interactivas que se caracterizan por la simplicidad tecnológica demuestran ser factible alcanzar una simetría en el diálogo humano-máquina sin recurrir a recursos *high tech*. No obstante, las recientes investigaciones en interfaces de alta tecnología aspiran a abrir caminos todavía más inmersivos, aunque muy pocas obras que emplean estos dispositivos puedan ser consideradas realmente logradas desde el punto de vista conceptual, intuitivo y formal.

El desarrollo de guantes de retorno de esfuerzo y de percepciones táctiles, por ejemplo, permite ampliar la transmisión al interactor de sensaciones "reales" de contacto (peso, resistencia, suavidad o rugosidad de la superficie, blandura o rigidez, etc.) con los objetos simulados. La háptica, como nueva ciencia interdisciplinaria que conecta la biología, la mecánica y la informática, investiga las interacciones humanas con el entorno virtual mediante el empleo de dispositivos acoplables al cuerpo del usuario, como los biosensores que permiten la manipulación de objetos virtuales. Mientras todos estos tipos de interfaz son externos o no-invasivos, las recientes investigaciones buscan, como ya hemos mencionado anteriormente, métodos invasivos que permitan una conexión directa y transparente entre el cerebro del observador y el sistema.

37.. La tecnología de RV se compone básicamente de un sistema que sustituye los inputs naturales de los sentidos humanos por inputs sintéticos, generados por programas informáticos, que permiten la interacción entre el usuario de los dispositivos de RV y los objetos simulados y representados por imágenes infográficas en tres dimensiones que pueden ser manipuladas. Estos dispositivos consisten, esencialmente, en un simulador de visión y audio (*Head-Mounted Display*), que suele estar equipado con dos monitores de cristal líquido y sistema de sonido, y simuladores de input táctiles o corporales (*dataglove* o guantes de datos; *datasuit* o traje de datos; *eyeball tracking* o dispositivo de rastreo del movimiento de la pupila; biosensores, etc.). Los grandes cascos o las interfaces voluminosas se sustituyen progresivamente por gafas ligeras, biosensores ultrasensibles, guantes o trajes de datos que envían al usuario sensaciones de presión y de fuerza.

A fin de que el observador pueda actuar en el espacio virtual de forma semejante como haría en la realidad, son necesarios estos sistemas de input que captan los outputs o informaciones exteriores (como el movimiento de las pupilas de los ojos, los gestos o movimientos corporales, el habla, etc.), los procesan y generan inputs sintéticos paralelos, produciendo la sensación de que el escenario artificial acompaña la mirada, la posición o los gestos del observador en el contexto del sistema (por eso la expresión *viewpoint dependent imaging* acuñada por Scott Fisher, con la cual él define la tecnología de RV). De esta manera, una parte de la interacción se produce de manera inconsciente, casi automática, ya que el sistema de sensores capta los movimientos naturales del observador (pupila, cabeza, brazos, piernas, cuerpo, desplazamiento en el espacio, etc.), o detecta las señales eléctricas emitidas por los músculos del usuario. Estas acciones no son producidas a modo de inputs explícitos, como podría ser el gesto de clicar un ratón o tocar una pantalla táctil.

Antes de especular sobre otras potencialidades de la tecnología de los sistemas interactivos y de adentrarnos en el estudio de la construcción de mundos simulados mediante los sistemas de RV, habría que cuestionar acerca del conocimiento del razonamiento humano, o cómo se comporta el ser humano en y con relación a su entorno; cómo asimila este entorno; y cómo construye este entorno según sus condicionantes psíquicos y físicos,<sup>38</sup> cuestiones esenciales para dilucidar los posibles vínculos que pueden generarse entre el ser humano y un contexto simulado en el que esté inmerso o con el cual interactúe, y para definir las características que deben ser integradas en el sistema a la hora de su concepción y producción.

Hemos examinado anteriormente la importancia de las investigaciones de Turing para el desarrollo de la automatización de los procesos de cálculo (que resultaron en el desenvolvimiento de la IA), así como de las teorías del control y de la comunicación de Norbert Wiener, o la teoría de la información de Claude Shannon. Nos queda por citar una cuarta teoría que ejerce influencia tanto sobre las investigaciones tecnológicas sobre computadoras –como la arquitectura desarrollada por John von Neumann o la creación de modelos formales de pensamiento en IA–, como sobre las teorías cognitivas y neurofisiológicas, en las que se apoyan muchas de las obras interactivas y de Vida Artificial actuales.

La hipótesis respecto a la atribución de los procesos de conocimiento y de ciertos tipos de funciones lógicas a las redes neuronales es abordada por el neurólogo y psiquiatra Warren McCulloch y el matemático Walter Pitts en el artículo "A Logical Calculus of the Ideas Inherent in Nervous Activity", de 1943. Ellos entienden el sistema nervioso como "una red de neuronas, cada una de las cuales tiene un cuerpo celular y un axón. Sus uniones o sinapsis siempre se encuentran entre el axón de la neurona y el cuerpo celular de otra neurona."<sup>39</sup> Los problemas principales consisten, según los autores, en calcular el comportamiento de cualquier red y en encontrar una red que se comporte de una manera específica, cuando tal red exista.

Para realizar este cálculo ellos se basan en las siguientes suposiciones físicas:

- 1) La actividad de la neurona es un proceso de "todo o nada".
- 2) Un número fijo dado de sinapsis debe ser excitado durante un periodo de adición latente para poder excitar a una neurona en cualquier momento, y este número es independiente de la actividad y de la posición previa de la neurona.
- 3) El único intervalo significativo dentro del sistema nervioso es el sináptico.
- 4) La actividad de cualquier sinapsis inhibitoria evita absolutamente que la neurona se excite en ese momento.
- 5) La estructura de la red no se altera con el tiempo.<sup>40</sup>

Para presentar esta teoría, McCulloch y Pitts recurren al lenguaje simbólico de R. Carnap (1938), al que acrecientan los conocimientos sobre el cálculo proposicional de B. Russell y A. N. Whitehead (1927). Este cálculo debería mostrar la dependencia de la correspondencia que existe entre la percepción y el "mundo externo" en las propiedades estructurales específicas de la red nerviosa.

Aunque la ambición materialista y el intento de fundamentar la teoría en un cálculo lógico otorgasen un carácter especulativo y, hoy por hoy, impugnable al ensayo, algunas de las conclusiones son especialmente visionarias.

Nuestro conocimiento del mundo, incluidos nosotros mismos, es incompleto en cuanto al espacio e indefinido en cuanto al tiempo.(...) El papel que desempeñan los cerebros para determinar las relaciones epistémicas de nuestras teorías con nuestras observaciones y el de éstas con los hechos resulta demasiado claro, puesto que es evidente que toda idea y toda sensación es realizada por la actividad que ocurre dentro de esa red y que ninguna de esas actividades determina por completo los aferentes reales.<sup>41</sup>

En este sentido, el lugar asignado a todos los procesos que envuelven la inteligencia sería el cerebro. "La empiria confirma que si nuestras redes no están definidas, nuestros hechos son indefinidos y no podemos atribuir a lo 'real' ni siquiera una cualidad o 'forma'. Al determinar la red, el objeto inconocible del conocimiento, la 'cosa en sí', deja de ser inconocible."<sup>42</sup> La neurofisiología podría abrir el campo para la comprensión de las actividades mentales, tanto desde el punto de vista cognitivo como psíquico. Sería la única manera de hacer que la mente ya no "fuera más fantasmagórica que un fantasma", concluyen los autores.

La importancia de este artículo puede ser analizada desde diferentes perspectivas. Desde la informática, un estudio formal de la red permitiría determinar las funciones que procesa, haciéndolas computables. Esto sería el primer paso en el sentido de pretender simular las mismas funciones mediante una máquina. El objetivo consistiría, por ende, en el diseño de redes capaces de reproducir el proceso de computación que la mente realiza. El artículo de McCulloch y Pitts puede ser visto, por tanto, como uno de los fundamentos del desarrollo del programa de investigación en IA de tendencia conexionista, basado en una arquitectura paralela, en la medida en que establece una analogía entre las redes neuronales humanas y las redes digitales.

No obstante, es importante subrayar que tal labor de sistematización ya había sido objetada más de una década antes por el Teorema de Incompletitud de Gödel (1931), según el cual los procesos intuitivos y mentales no se dejan representar completamente por un sistema formal. La pretensión de algoritmización del saber humano, como algunas corrientes racionalistas en IA ambicionan, se basa en la consideración cartesiana de que el saber es consciente y explícito. Como confirma la nueva neurociencia,

38.. Cfr. Wulf Halbach, *op.cit.*, p. 171

39.. Warren S. McCulloch y Walter H. Pitts, "A Logical Calculus of the Ideas Inherent in Nervous Activity", 1ª ed. en W. S. McCulloch, *Embodiments of Mind*. Cambridge, MIT Press, 1965, pp. 19-39 (trad. esp. "Un cálculo lógico de las ideas inmanentes en la actividad nerviosa", en: Margaret A. Boden (ed.), *Filosofía de la Inteligencia Artificial*. México D.F., Fondo de Cultura Económica, 1994, p. 33)

40.. McCulloch y Pitts, *op.cit.*, p. 36

41.. *Ibidem*, p. 50

42.. *Ibidem*

los procesos mentales en el cerebro son inicialmente todos implícitos, y sólo mecanismos específicos (*access consciousness*) en el cerebro transforman una parte de estos procesos en conscientes, y así, explícitos. Dado que sólo una parte del conocimiento humano es explícita, en tanto que otra parte considerable permanece implícita, mientras no nos sea posible acceder a este saber implícito, tampoco será posible una formalización completa del saber humano. Como afirma Ernst Pöppel, sabemos más que sabemos; o como admite Carl Friedrich von Weizsäcker: la conciencia es un acto inconsciente. Aunque este conocimiento implícito permanezca intangible, él forma parte de nuestras acciones y sensaciones.

Desde la perspectiva neurofisiológica, el planteamiento según el cual nuestro acceso a la realidad es un proceso siempre mediado por la función de la red neuronal confirma la idea ya intuida por Kant, cuando afirmaba que no podemos observar el mundo como es realmente, sino sólo interpretarlo por medio de estructuras mentales implícitas que no son lógicas en sí mismas. La misma noción encontramos en la teoría sobre el aprendizaje humano de Jean Piaget, que argumenta que el saber nunca puede ser visto como "copia del mundo óntico", ya que el conocimiento sólo puede emerger de la praxis de nuestras acciones y de las operaciones de nuestro pensamiento. La inteligencia organiza el mundo en la medida en que se autoorganiza. Esta hipótesis resulta en la distinción entre observadores internos y externos (idea ya expuesta, como hemos visto, en la novela de Galouye), que es inherente a la actual tecnología de la RV.

El argumento fundamental esgrimido por McCulloch y Pitts –a saber, que la percepción no puede ser definida como una función de los órganos sensoriales, puesto que es atribuible al funcionamiento de la red neuronal del cerebro– también ha sido refutado por nuevos conocimientos científicos (como el de la red psicosomática); sin embargo, aporta una importante hipótesis relativista, según la cual *la explicación sobre la construcción de la realidad está subordinada necesariamente al observador*. Dicho de otra manera, *la realidad que construimos no puede ser vista como representación de un mundo objetivo independiente*.

El giro substancial consiste en el modo en el que se enfoca los procesos cognitivos: en la medida en que se rechaza la teoría tradicional de que el sistema de percepción humano está en contacto directo con el mundo, la pregunta ya no se limita a las cuestiones epistemológicas, sino que va dirigida sobre todo al propio funcionamiento de los procesos cognitivos, sus efectos y resultados.

La tendencia a otorgar un mayor relieve a la figura del observador no se manifiesta exclusivamente en neurofisiología, ya que tiene antecedentes fundamentales en las investigaciones de la Física.<sup>43</sup> Sobre todo a partir de la teoría de la dinámica no-lineal investigada por Ilya Prigogine en los años cuarenta y formulada en su tesis sobre fenómenos irreversibles (presentada en 1945 y publicada en 1947) y en su libro *Introduction to Thermodynamics of Irreversible Processes* (1954), se otorga al observador un papel primordial, de modo que deja de ser un observador "abstracto" para pasar a ser un sujeto partícipe de los procesos (complejos, caóticos, de autoorganización, disipativos, etc.).

Las revoluciones en Física y las nuevas investigaciones interdisciplinarias en ciencias derrocan de forma definitiva cualquier tipo de determinismo estricto o de modelos empiristas, que defienden la existencia de la realidad única y universal existente con independencia del observador, o que interpretan su posición como un receptor básicamente pasivo y subordinado a un orden externo dado. Diferentes teorías, como el constructivismo radical, la sinérgica, la autopoiesis, la autorreferencialidad –todas las cuales trabajan con la noción de *autoorganización*–, apoyan esta hipótesis. De estas teorías se infiere, precisamente,

que es en el dominio de las explicaciones en el que surgen los conflictos acerca de las consideraciones sobre la realidad y la verdad, o mejor dicho, sobre las realidades y las pretendidas verdades. Las explicaciones se mantienen en el contexto de la praxis de vivir del observador y se constituyen también en definiciones, que nada más son que reflexiones del observador formuladas a través del lenguaje, ya que "los seres humanos acontecemos en el lenguaje". En este sentido, como señala Maturana, *la realidad no es una experiencia, sino un argumento dentro de una explicación*. De lo que se desprende que las diferentes realidades vividas por cada uno de los observadores dependen de la línea explicativa que adoptemos. Constitutivamente, la razón –como expresión de la coherencia operacional humana dentro del lenguaje– no puede dar acceso al observador a una supuesta realidad existente independiente de él mismo o de su entorno. La única manera de hacerlo es a través de la generación de mundos simulados, en los que imperan estructuras de vidas o realidades virtuales, y en los que los observadores pueden ejercer un control sobre el entorno simulado, dado que las realidades están construidas consciente y funcionalmente. En estos sistemas es posible la existencia de observadores internos y externos.

#### ••• Mimesis y *simulacrum*

En las investigaciones de vida artificial (VA o A-life) se suele diferenciar entre una "versión débil", que se limita a generar modelos de los procesos mentales y hacer simulaciones del cerebro en el ordenador; y una "versión fuerte", que pretende que un programa digital de VA sea tan complejo, que permita producir procesos inteligentes e intrínsecamente significativos.

Estableciendo un paralelismo con estas categorías, distinguiremos entre dos niveles de simulación: una "simulación débil", que se limita a generar formas de representación a partir de informaciones explícitas proporcionadas por los seres humanos; y una "simulación fuerte", que podría, desde su propio sistema, producir nuevas estructuras. La primera está orientada a la eficiencia del programa en aplicar correctamente las informaciones predeterminadas; mientras que en la simulación fuerte se trata del empleo cabal de la acepción de *simulacrum* como una producción sin original. En el teatro o el cine, por ejemplo, el límite de la ilusión se encuentra en la conciencia que el espectador porta de que lo que él ve es una ficción. La simulación como *simulacrum*, o como simulación fuerte, al contrario, no tiene una frontera clara, ya que es presentada como un

43.. La Teoría de la Relatividad de Albert Einstein, además de plantear una nueva dimensión de espacio, tiempo y materia, que pierden su status absoluto, confiere al observador una posición de destaque. La Teoría Cuántica de Max Planck, Werner Heisenberg y Erwin Schrödinger significa un paso más en dirección a la relativización de los objetos físicos y en la potenciación del papel del observador.

hecho y el espectador no tiene medios para distinguir si realmente es o no un hecho real, o por lo menos existe la duda sobre ello.

Ciertamente una de las mejores muestras del poder de la simulación fuerte es el ya clásico ejemplo del programa de radio de Orson Welles, "The war of the worlds", emitido en 1938, y que, como es sabido, provocó el pánico entre la población que escuchaba el programa, que creyó que se trataba de una invasión real –narrada por Welles– de los marcianos en las proximidades de Nueva York. Si una simulación, para ser efectiva, debe lograr que las personas entren a formar parte (mental o físicamente) del modelo, entonces el éxito de Welles fue completo.

La complejidad de ambos tipos de simulación –fuerte y débil– no se reduce al par de modelos, puesto que cada uno de ellos puede ramificarse. Un buen ejemplo son las varias distinciones secundarias propuestas por Ernst von Glasersfeld, que define los dos campos con los términos de ficción consciente y ficción inconsciente. Con relación a la ficción consciente (o simulación débil, como llamamos aquí), von Glasersfeld sugiere ocho niveles distintos, definidos como sigue: "red de ideas", creadas sin tener en consideración su viabilidad en el mundo real; "idea perfecta", que aunque sea inabarcable, sirve de referencia ideal; "postulados explicativos", que sólo son percibidos en el mundo real mediante sus efectos; "hipótesis", de carácter ficticio; "mentira", que se aparta de la realidad de forma intencional; "imagen ficticia", construcción intencional de estructuras que tienen una experiencia real limitada; "juguetes", que pueden ser lo que aparentan ser; y "juegos", que se acercan a la ficción y que se desarrollan como procesos de creación en el que se mantiene la conciencia de su no-veracidad.

Respecto a las ficciones inconscientes (o simulaciones fuertes), von Glasersfeld distingue entre "ilusiones de la percepción", que no pueden ser diferenciadas de la realidad y que suelen ser llamadas "ilusiones objetivas", ya que pueden ser percibidas también por otros observadores; "percepciones virtuales", que difieren de la anterior por la dependencia de la posición espacial del observador (como en el caso de la observación de un arco-iris); e "ilusiones en sentido figurado", que no son compartidas por otras personas y que no son coincidentes con la realidad.<sup>44</sup>

El discurso sobre la simulación tiene varios antecedentes en la historia de la filosofía y también, como veremos más adelante, en la teoría de los medios, aunque no surge, como se plantea muchas veces, con las nuevas tecnologías. E. von Glasersfeld llama la atención para dos destacados precursores, que investigaron profundamente la cuestión de la ficción, y cuyas teorías son fundamentales para una amplia comprensión del tema: Bentham y Vaihinger. Hans Vaihinger escribió su *Philosophie des Als Ob (Filosofía del Como Si)* en 1876, aunque fue publicada sólo en 1911. La obra investiga la función de la ficción en la construcción de los significados. Con anterioridad, el filósofo Jeremy Bentham (1748-1832) desarrolló su teoría sobre la ficción, publicada en 1824 bajo el título de *The Book of Fallacies*, y en su obra principal, *The Theory of Fictions* (1932). La aportación básica de Bentham consiste en deconstruir los mundos de la apariencia y de la ficción, no para prescindir de ellos, sino para comprobar, al contrario, de qué manera se convierten en elementos constitutivos de nuestra realidad. Mientras que para la metafísica la apariencia tiene un valor transcendental, para Bentham asume una función instrumental, en la medida en que entra a formar parte de la propia construcción de la verdad a través del lenguaje. Esto significa que la organización del discurso simbólico pierde, sin la ficción, su coherencia. O como profesa Lacan: "La verdad tiene la estructura de la ficción."

La ficción asume, así, un carácter ineludible, pues, al ser parte inherente del imaginario, no es relegada a una existencia paralela y desconectada de la realidad, sino que se integra en el discurso de la verdad. Al investigar el papel de los elementos simbólicos, sociolingüísticos, ideales e ideológicos en la construcción de la realidad, la obra de Bentham, aunque pueda pecar por la excesiva voluntad utilitarista, se confirma como un antecedente fundamental de la semiótica, del psicoanálisis, de la teoría del discurso y del análisis lingüístico (Frege, Russel, Wittgenstein, Neurath, Lacan).

Mientras gran parte de los planteamientos hasta el siglo XIX se han centrado en el análisis del lenguaje, con el advenimiento de los nuevos medios de comunicación basados en el discurso audiovisual, se abrió una nueva línea de investigación en torno a la función que las imágenes técnicas (sobre todo audiovisuales) desempeñan en la construcción de nuestra realidad. En este sentido, el papel ejercido por los medios y sus dispositivos técnicos no consistiría en tratar de reproducir la realidad, sino de construirla.

Una de las líneas de pensamiento circunscrita a la teoría de los medios que defiende esta idea empieza a desarrollarse paralelamente a la aparición del cine. Esta corriente pretende investigar, no tanto la relación entre la praxis de las producciones y los desarrollos técnicos, mas sobre todo las posibilidades estéticas y fenomenológicas que estos medios proporcionan. Para los primeros teóricos del cine que adoptan esta vía, como Béla Balázs o Rudolf Arnheim, el cine como medio visual representa el gran momento de cambio en la historia de la cultura.

Mucho antes de Marshall McLuhan y su *Galaxia Gutenberg*, Balázs ya interpreta –en libros como *El ser humano visible o la cultura del cine*, de 1924– el paso de la cultura basada en el lenguaje hablado (la comunicación mediante recursos simbólicos precisos y estables) a una cultura del gesto y de la mímica (de la comunicación visual en movimiento) como la tercera revolución después de la etapa de la imprenta. Esta revolución denota el gran paso de la facultad de ver desde un punto de vista fijo (lo que McLuhan llamaría, posteriormente, la "extensión tipográfica del hombre") a la facultad de ver desde múltiples perspectivas.

Al contrario de otras teorías sobre los medios de principios de siglo, que ponen el acento en el factor técnico (como en Eisenstein, Pudovkin o Brecht), tanto Balázs como Arnheim conciben estos medios como formas artísticas, en las que el espectador desempeña un papel central.<sup>45</sup> Según Balázs, sería a través de la imagen que la cultura asumiría un carácter universal (universalismo que defendería, posteriormente, McLuhan y sus discípulos a través del concepto de la *aldea global*), en la medida en

44.. Cfr. Ernst von Glasersfeld, "Fiktion und Realität aus der Perspektive des radikalen Konstruktivismus", en: F. Rötzer y P. Weibel (eds.), *Strategien des Scheins, op.cit.*, pp. 168-170

45.. Por ejemplo, en los libros *Cine como arte* (1932) y *Radio como arte* (1936), Arnheim compara el cine con la pintura, la música, la literatura, es decir, con otras formas artísticas, y no con otras "técnicas".

que el cine mudo favorecería la creación de un "tipo internacional" de ser humano. Baláz entiende la teoría del cine como teoría de la recepción, en la que la realidad del cine es entendida como la realidad construida con medios filmicos.

Con el cine también queda patente la necesidad de pensar en un "cuarto" elemento, que es el tiempo. El lenguaje escrito y la imprenta han corroborado para el desarrollo de la idea de un tiempo y un espacio continuos y abarcables. Los medios audiovisuales implican otras relaciones y experiencias del tiempo. El primer paso fue dado por la fotografía y su "visualización" del tiempo en relación con el espacio, aunque se trataba más bien de "congelar" esta visión temporal en una imagen atemporal: una forma de garantizar (documentar) la presencia en la ausencia. El cine, al contrario, hace visible la experiencia del tiempo en movimiento (dinamismo). El tiempo y el espacio continuos y abarcables (de la cultura de la imprenta) y su estética lineal, secuencial o histórica abren paso a la creación de conexiones temporales fragmentadas y simultaneas. En vista de ello, podemos hablar de una nueva estructura "narrativa" del mundo -tanto en el sentido de ficción como de no-ficción-, que ya no se atiene a los parámetros de linealidad, finalidad o discursividad, sino a los de interconexión simultánea y acelerada de fragmentos (audiovisuales).

Pensadores actuales, como Vilém Flusser, Götz Großklaus o Dietmar Kamper, plantean que los seres humanos ya no vivimos hoy exclusivamente "en" el mundo, ni "en" el lenguaje, mas sobre todo "en" las imágenes: en las imágenes que hemos hecho del mundo, de nosotros mismos y de otras personas; y en las imágenes del mundo, de nosotros mismos y de otras personas que nos fueron proporcionadas por los medios técnicos. Esta teoría confirma que nuestra comprensión (y construcción) del mundo y de la realidad, aparte de integrar "nuestras" imágenes internas presentes en nuestras memorias o sistemas neuronales, también incorpora, tal vez en la misma medida, las imágenes "externas" y las informaciones que circulan a partir de las "memorias" mediales.<sup>46</sup> Estas memorias se convierten en repertorio y sirven, por ejemplo, para fundamentar la historia contemporánea. Ejemplos recientes serían las guerras del Golfo o del Afganistán, cuyas imágenes retransmitidas al mundo demostraron el enorme abismo creado entre los hechos reales, a los que los telespectadores no tuvieron acceso, y los episodios ficcionales transmitidos al público a través de los medios de telecomunicación, creados a partir de estrategias de difusión basadas en la censura y en las imágenes manipuladas.

Cuando Jean Baudrillard denuncia que "la Guerra del Golfo no tuvo lugar"<sup>47</sup> y apunta a la transición desde una postura a favor o en contra de la guerra (como en el caso de la Guerra del Vietnam) a una postura a favor o en contra de la "realidad de la guerra", está ratificando la transformación de la historia (entendida como descripción y análisis de hechos) en una especie de relato de ciencia ficción audiovisual (entendido como narración y creación de datos). "Si el no-lugar de la guerra se hace transparente, podrá ser imaginado en la fantasía, de lo contrario se dispersa en el tiempo real de la información. Se fortalece la ilusión de la guerra, en vez de confirmar la falsedad de su realidad."<sup>48</sup> En este caso, el simulacro es integral: lo real ni es reproducido ni manipulado, ni tampoco desaparece en favor de lo imaginario, sino que se genera artificialmente otra realidad totalmente simulada. Las cosas o hechos visibles o reales no son reinterpretados, sino sustituidos por otros hechos visibles, o "más verdaderos que los verdaderos". En una esfera ajena a la historia, la propia historia ya no puede reflejarse ni demostrar su existencia: cualquier relato (como simulación de la historia) puede transformarse en

historia.<sup>49</sup> O como constata Dietmar Kamper, el hecho de estar completamente en la imagen impide la percepción del status de este *estar-en-la-imagen*. "El mundo al que se accede sólo empieza en el verso de la imagen. La percepción de aquello que constituye el mundo sólo se desprende en el corte de la película."<sup>50</sup> Sólo cuando ya no tengamos la capacidad para cuestionar si vivimos o no en un mundo artificialmente construido, pasará nuestra cultura a ser del todo un *simulacro*.

En este contexto podemos constatar una diferenciación entre las construcciones miméticas y las que podríamos llamar *simulaciones potenciales*.<sup>51</sup> Mientras la mimesis se centra en la cuestión de la apariencia, la simulación trata de la identificación. En la mimesis existe la conciencia del énfasis en la ficción, mientras que la simulación busca el doble artificial y la transformación de la ficción en una posible realidad. No obstante, ambos comparten un fundamento esencial: están basados en la ilusión. La capacidad mimética ayudó durante siglos a la experiencia o al conocimiento de la realidad humana. El principio de simulación pretende proporcionar al observador el conocimiento de lo posible.

En un intento de salvar una proximidad con la realidad del entorno del observador, los medios electrónicos y de comunicación utilizan frecuentemente estrategias miméticas de acercamiento a la percepción, a la sinestesia y a la cognición. Para establecer una analogía con nuestra propuesta anterior de diferenciación entre dos formas de simulación, estaríamos hablando, al referirnos a la mimesis, de una simulación débil, en la que la información transmitida opera a nivel de apariencia e intenta aproximarse (reproducir) de la percepción del tiempo y el espacio del entorno o del cuerpo del observador. Una simulación fuerte significa, no obstante, el eclipse del principio mimético, ya que la virtualidad (o lo potencial) se vuelve más eminente y no pretende re-presentar la realidad misma, sino que se entiende como un modelo de realidad (peculiar). Mientras que la simulación mimética se mantiene adscrita al tiempo subjetivo del observador (consecutivo), la simulación fuerte implica la instauración de la noción de simultaneidad y de la idea de espacio virtual como "espacio-tiempo".

El uso de técnicas visuales para generar simulaciones de espacio-tiempo marca de forma creciente las estrategias para generar modelos de mundo virtual. Tal vez uno de los primeros ejemplos en la historia sea las proyecciones de Athanasius Kircher en el siglo XVII. Sabemos que el conocimiento del principio óptico de la llamada *camara obscura* se remonta a Aristóteles, que observó en el interior de una habitación oscura la imagen del sol en eclipse parcial, proyectándose en el suelo a través de un

46.. Cfr. Dietmar Kamper, *Bildstörungen. Im Orbit des Imaginären*. Stuttgart, Cantz Verlag, 1994; Vilém Flusser, *Die Revolution der Bilder. Der Flusser-Reader*. Mannheim, Bollmann Verlag, 1995; Götz Großklaus, *Medien-Zeit, Medien-Raum: Zum Wandel der raumzeitlichen Wahrnehmung in der Moderne*. Frankfurt d. M., Suhrkamp Verlag, 1995

47.. Cfr. Jean Baudrillard, *La guerre du Golfe n'a pas eu lieu*. Paris, 1991

48.. J. Baudrillard, *Die Illusion des Endes oder Der Streik der Ereignisse*. Berlin, Merve Verlag, 1994, p. 104

49.. Cfr. Baudrillard y Canetti

50.. Dietmar Kamper, *Bildstörungen. Im Orbit des Imaginären*. Stuttgart, Cantz Verlag, 1994, p. 83

51.. Etimológicamente el término *mimesis*, proveniente del griego, significa en su origen la capacidad de conseguir determinados efectos mediante gestos corporales. Simulación proviene del latín y significaba, en un principio, la creación de imágenes por medios técnicos, imágenes que parecen idénticas a la realidad.

pequeño agujero. Leonardo da Vinci fue uno de los primeros artistas que, en el siglo XV, se sirvió de una cámara oscura, a la que hizo varias referencias en su *Codex Atlanticus*. Athanasius Kircher, un jesuita y científico alemán, amplió la utilización de la cámara oscura e hizo su fama en Roma mostrando en la iglesia, a los fieles asustados, la primera visión "viva" del infierno.<sup>52</sup> Lo que para nosotros puede parecer hoy un tanto grotesco, a mediados del siglo XVII seguramente fue motivo de gran espanto y sirvió, para muchos cristianos, como argumento poderoso contra el pecado. Kircher siguió la idea de la *Biblia Pauperum*.<sup>53</sup> El jesuita integró a la cámara oscura una luz artificial interna y una lente (que cumplían la función de la linterna y la lente del objetivo de un proyector actual), transformándola en una especie de *linterna mágica*. Eso le permitió proyectar imágenes dibujadas a una distancia de hasta 150 metros (según informes de la época), que aparecían proporcionalmente ampliadas por el efecto de la lente.

Pero la sutileza de su invento era aún más sorprendente. Para sugerir la sensación de vitalidad de sus proyecciones "infernales", utilizaba recursos como el empleo del humo para dar la idea de movimiento a las figuras, o la inclusión de insectos raros en sus imágenes del infierno, que ampliados cien veces parecían monstruos diabólicos.

Kircher utiliza la imagen proveniente de un aparato como estrategia de persuasión al servicio de unas creencias. El jesuita hace visible una imagen mental –la del infierno, de los demonios–; emplea la simulación para hacer realidad un mundo totalmente ficticio. Si Bosco ha dado, a través de la pintura, una nueva visión de la esfera de lo infernal, exaltando su dimensión antihumana y antinatural –y por consiguiente, antimundo frente a lo celestial y lo terrenal–, Kircher consigue con su acción incorporar la experiencia de lo infernal a la vida terrestre, perfilando así una visión de infierno intraterrena.

La apropiación de Kircher de la imagen inmaterial "en movimiento" para provocar una determinada reacción sensible en un grupo de personas puede ser considerada como una simulación, que extrapola *per se* el ámbito de lo sagrado para actuar en el ámbito de la cultura, de la estética. Transforma el espacio de la iglesia en espacio para la experiencia de una realidad (que podríamos llamar) "virtual" y en vivo. La experiencia simultánea y directa que los fieles tendrían de otro mundo (el infierno) hasta entonces no visualizado (sabido, pero ininteligible) podría haber provocado una sensación de inmersión en otra realidad. Desde luego, es significativo que psicólogos como Ernst Pöppel consideren el acto de asistir a una ceremonia en la iglesia como una de las actividades humanas que más absorben al observador de forma inmersiva. (En la iglesia siempre se intenta dimensionar lo que se escucha, lo que se ve, lo que se olfatea y la sensación de grupo de tal manera que nos sobrecoja, afirma Pöppel.) Aunque basado en la ilusión, el infierno visual de Kircher pretendía proporcionar al observador el *conocimiento de lo posible* (la existencia virtual del mundo infernal).

Nuestro interés en poner un ejemplo de simulación de una época remota, que emplea recursos elementales, es hacer patente que la estrategia de simulación es independiente de los recursos que se utilicen. No es por disponer hoy en día de sistemas de RV inmersivos de última tecnología que la simulación se verá potenciada. En muchos casos, pasa precisamente lo contrario: las interfaces que debe llevar puestas el usuario suelen ser tan incómodas y aparatosas, que acaban por provocar el efecto opuesto del deseado: la conciencia de que uno está conectado a un aparato audiovisual ficcional. Para que el simulacro basado en la tecnología de RV sea eficaz, cuerpo y mente deben compartir un mismo

(ciber)espacio. Esto puede llegar a ser posible cuando las interfaces sean internalizadas, hasta el punto de hacerlas invisibles y potenciar la fusión entre simulacro y realidad –como, por ejemplo, mediante microescáneres de rayo láser desarrollados para uso militar, a través de los cuales se proyectan imágenes directamente en la pupila, sin necesidad de una pantalla o casco intermedio–. Siegfried Schmidt, Jaron Lanier y otros autores coinciden en que el fenómeno del simulacro, de la RV o del ciberespacio se volverá novedoso cuando permita operar con el cuerpo y la mente, e interactuar y comunicar con otros sujetos; cuando exista una diferencia acentuada entre el espacio virtual y el entorno real, es decir, que aquel no sea mero espejo de éste. En este caso, la cuestión estaría en cómo alguien que operase en un simulacro tecnológico (en la simulación fuerte) podría saber si se halla dentro de esta pseudorealidad o fuera de ella. Schmidt propone que, mientras controlemos todavía las condiciones de entrada y de salida, o sea, mientras aún seamos conscientes de que podemos, en el caso de la RV, poner y sacar las interfaces, como el traje de datos, también controlaremos la distinción entre simulacro y realidad, por muy real que pueda parecerse el espacio virtual, ya que el enlace entre el ciberespacio y la realidad lo constituye nuestro cuerpo, y no la técnica. Aunque pudiéramos vivir experiencias sensoriales idénticas en "ambos" espacios, la conciencia de nuestro cuerpo nos indicaría si nos encontramos en nuestra "realidad" o en un simulacro.

No obstante, dado que nuestros criterios de realidad son socialmente vinculantes y obtenidos a partir de experiencias de carácter sociocultural, en las que confluyen condicionantes biológicos y psíquicos, si la construcción de una realidad simulada se produjera de forma biológica y sociocultural (a través de la comunicación e interacción con otros sujetos, o a través de efectos plurisensoriales), entonces podría darse el caso de que el simulacro sería experimentado como realidad. Estaríamos hablando, por consiguiente, de una superación de la distancia entre entorno, sujetos y máquina, y de la sincronización entre virtualidad y experiencia de la realidad.

#### El papel de la interacción humano-máquina en la construcción de la RV

El entorno es generado y mantenido por los seres humanos de manera informacional ("dotada de sentido") a través de la percepción, la sensomotricidad, la cognición, la memoria, la emoción y la acción tanto comunicativa como no-comunicativa.

52.. Cfr. C. Giannetti, "Estética de la simulación", *op.cit.*

53.. Una táctica muy difundida desde la Edad Media para acercar los fieles a la palabra de Dios mediante el empleo de imágenes, ya que la gran mayoría de las personas en la época era analfabeta.

El entorno constituye una globalidad ordenada de saber que es ecológicamente válida para los sistemas de conocimiento y que es adquirida por los miembros de una sociedad a lo largo de la reproducción sociocultural de la misma. Con otras palabras: cada individuo nace ya en un entorno dotado de sentido, es socializado con relación a él y no trata nunca con "la realidad en cuanto tal". (...) La evolución, la lengua, la estructura social y los órdenes simbólicos de la cultura aportan los modelos convencionales para la generación de un comportamiento típico. Un saber compartido de forma colectiva, capaz de orientar una actuación individual, resultará de la actuación social de los individuos y orientará a su vez la actuación social de éstos. Así pues, las realidades pueden describirse como resultados de construcciones sociales producidas dentro del individuo en cuanto lugar empírico de esta construcción.<sup>54</sup>

La realidad, así como la virtualidad, comparten la idiosincrasia de ser construcciones dependientes del observador y la sociedad. Visto desde esta perspectiva, no sería del todo acertado plantear una oposición entre real y virtual, sino que la diferencia emergería del grado de pretendida estabilidad. La virtualización parte de un determinado estado para generar nuevas situaciones o respuestas inestables, es decir, siempre modificables. Lo virtual no es, por lo tanto, materializable o localizable espacio-temporalmente (el aquí y ahora de lo "real"), puesto que es intangible y no tiene una presencia actual. Esta noción se vuelve más explícita en los modelos virtuales de ciberespacio, en los que impera la desterritorialización, la ubicuidad, la desmaterialización, la mutabilidad. A pesar de esta distinción, hay que convenir que lo real y lo potencial no se presentan siempre separados de forma clara y diferenciada, ya que pueden y suelen operar en conjunto sincrónica o asincrónicamente, pueden formar parte en algún momento y de manera consecutiva, simultánea o complementaria del fenómeno o proceso analizable. En la esfera del entorno en que vivimos, experimentamos nuestras realidades como acontecimientos fácticos, mientras que en los mundos virtuales predomina la estrategia de la simulación de procesos, por lo que la realidad virtual es experimentada como un contexto de posibles.

En lo que se refiere a los diferentes sistemas de RV, habría que distinguir entre aquellos que tienen un carácter cerrado y autorreferencial –que se organizan y autoorganizan sin salir de la esfera de sus posibles, es decir, no pueden expandirse (no generan nueva información)–; y otro tipo que corresponde a los mundos virtuales generados por sistemas de IA y VA, que aunque se ejecuten desde la autorreferencialidad y la autoorganización, por su capacidad de generar nuevas informaciones son expandibles (generan información no preexistente en la memoria). Al primer grupo pertenecen los sistemas de RV no-inteligentes con representaciones visuales realistas, imaginarias o fotorrealistas. En estos, el marco de observación del interactor abarca todos los estados potenciales y determinados de la máquina. La simulación se mantiene dentro del margen de comportamiento delimitado, por consiguiente el modelo de interacción del observador con el sistema no puede desviarse de la ejecución de la simulación prevista, aunque muchas veces el interactor no sea consciente de ello, dado el elevado nivel de artificiosidad (simulación de la simulación). Al segundo tipo corresponden tanto los sistemas de VR que emplean de forma variable procesos de IA para generar objetos sin inteligencia propia u objetos inteligentes que poseen interfaces entre los sistemas de IA, como los sistemas de VA con algoritmos genéticos que simulan procesos evolutivos o formas de aprendizaje establecidas genéticamente (cruzamiento, método de prueba y error, selección). Aunque se trate de un tipo de autómatas de estados finitos, pueden generar simulaciones no predecibles por el observador, de manera que la

forma de interacción del observador con el sistema es experimentada como emergente. En el próximo capítulo profundizaremos y pondremos algunos ejemplos de obras interactivas que se inscriben en este segundo tipo.

Respecto al primer modelo, algunas obras logran tal grado de complejidad, que permiten la generación de un contexto interactivo en el que el interactor participa activamente dentro del marco de posibilidades. En este tipo de producciones, los conceptos o los contenidos deben estar profundamente vinculados a la solución formal y técnica de la misma, ya que el interactor debe acercarse de forma inteligible e intuitiva a la obra. El artista David Rokeby demuestra que la generación de entornos virtuales puede ser llevada a cabo a través de soluciones formales, y por tanto de interfaz, que envuelven al interactor de una manera sensorial y no exclusivamente visual. Con su serie de instalaciones denominada *Very Nervous System* (1986-1993), Rokeby propone redefinir, ampliar y alterar la utilización del ordenador y la comprensión de la interfaz para la creación de entornos artificiales:

Puesto que el ordenador funciona de forma exclusivamente lógica, el lenguaje de la interacción debería ser construido de manera intuitiva. Puesto que el ordenador separa la persona de su cuerpo, el cuerpo debería estar fuertemente implicado. Puesto que el manejo del ordenador efectúa en un campo mínimo de circuito integrado, el vínculo con el ordenador debería darse en un espacio abarcable y dimensionado a la medida humana. Puesto que el ordenador es objetivo y desinteresado, la experiencia con él debería ser íntima.<sup>55</sup>

Esta propuesta de sobrepasar el límite de las aplicaciones de la tecnología electrónica se concreta en el uso insólito que el artista hace de la interfaz. Mientras la mayoría de las interfaces son restringidas y definidas de forma explícita, el tipo de interfaz empleada por Rokeby no es obvia ni visible, ya que ocupa una gran extensión espacial.

A pesar de esta dispersión, la interfaz está estructurada de manera activa y fuerte por el tiempo y el espacio. La interfaz se transforma en un campo de experiencias, en un encuentro multidimensional. Al principio, el lenguaje del diálogo es ininteligible, pero se desarrolla en la medida en que se continúa experimentando y acumulando prácticas. Esta compleja instalación es un circuito basado en un rápido *feedback*, que no es sólo "negativo" o "positivo", inhibidor o estimulante. Al contrario, el circuito está supeditado a una

54.. Siegfried Schmidt, "¿Ciber como oikos? O: Juegos serios", en: *Ars Telematica*, op.cit. p. 104

55.. David Rokeby, "Very Nervous System", en: Hasbagner / Iglhaut / Rötzer. *Künstliche Spiele*. München, Boer Verlag, 1993, p. 320

transformación constante, de la misma manera que cambian los componentes observador y ordenador en una reacción mutua. Uno se adentra en el otro, hasta que la idea de control desaparece y la relación se transforma en un encuentro y en una participación real.<sup>56</sup>

Su interés principal es conseguir establecer un diálogo entre observador y obra a partir de la creación interactiva de un espacio virtual. Para ello, crea primero un sistema espaciotemporal en el que el espectador se transforma en interactor. Aunque son los gestos y movimientos del observador interno en el entorno acústico del sistema los que configuran las experiencias sonoras, el interactor no tiene una comprensión general del sistema, que le permita el control absoluto sobre el espacio virtual, y debe descubrir intuitivamente el "lenguaje" sensomotor, mediante el cual puede dialogar con el campo sonoro y transformarlo.

La preocupación por el modelo de interfaz y la confrontación entre espacios real y virtual son también cuestiones centrales en la instalación interactiva *Handsight* (1992) de la artista húngara Agnes Hegedüs. En el espacio de la instalación, la artista sitúa una gran esfera de acrílico transparente con un orificio en la parte superior. En este caso, Hegedüs opta por utilizar una interfaz metafórica: una especie de globo ocular que capta las imágenes del entorno real o virtual, las cuales son proyectadas en una gran pantalla. El observador puede sujetar este globo y direccionar su visión tanto en el espacio del entorno real como, al introducirlo dentro de la esfera, en el espacio virtual. El ojo técnico funciona, así, como prótesis externa del interactor, a través de la cual él puede observar los mundos real y virtual, y penetrar como sujeto extrínseco en la RV. De forma totalmente intuitiva, el interactor se siente motivado a explorar las representaciones del espacio virtual mediante el movimiento del ojo-interfaz dentro de la esfera. Estas imágenes tienen una estética marcadamente antinaturalista, con objeto de acentuar aún más la gran escisión entre ambas posiciones: la posición externa del observador y de su entorno, y la posición interna percibida a través de la prótesis ocular. Esta obra es un ejemplo claro de sistema interactivo que no se reduce a la mera exploración técnica, mas cuyo objetivo es investigar la capacidad del sistema de proporcionar al público nuevas experiencias estéticas probadas de forma intuitiva y sensorial.

Sirvan estos dos ejemplos para evidenciar las implicaciones básicas del desarrollo de escenarios virtuales experimentables de forma interactiva por el observador. La primera implicación consiste en que, en sistemas interactivos o virtuales, el entorno es dependiente del observador y de su contexto. El sentido de entorno técnicamente construido es asimilado e interpretado por el sujeto a través de la memoria, la percepción, la cognición y la emoción, así como de la sensomotricidad y las acciones comunicativas y sensoriales. La segunda, y como consecuencia de ello, que la significación y la efectividad de la obra de RV están estrechamente vinculadas a la actuación del interactor; por consiguiente, la interfaz humano-máquina debe adecuarse al objetivo del sistema respecto a cómo y en qué grado se da la participación del observador. La tercera, que la estructuración abierta y contingente de la obra mina la concepción material, objetual y concluida, característica de la estética ontológica, y transforma el espacio físico en imaginario. Así, la interactividad en el arte está constituida por cinco elementos idiosincrásicos, a saber, la virtualidad, la variabilidad, la permeabilidad, la contingencia y la viabilidad de comportamiento.

## Vida Artificial: el arte de la vida *in silico* ❖❖❖

### ❖❖ Simulación de vidas paralelas e IA

Como hemos comentado en el capítulo anterior, se suele llamar la "versión fuerte" de la vida artificial a la de las investigaciones en IA que no se limitan a generar modelos de procesos mentales y hacer simulaciones del cerebro en el ordenador, sino que pretenden que el hardware equivalga a la mente, y que un programa de IA pueda producir procesos inteligentes. La visión de la vida artificial entendida desde esta interpretación abarca una serie de puntos fundamentales, desarrollada por varios teóricos como Langdon, Simon, Franklin, Emmeche, Lévy, etc. Como *biología de lo posible*, la vida artificial no se restringe a la vida basada en el carbono tal como la conocemos (que es el objeto de la biología experimental), mas se ocupa de la vida tal como podría ser, para usar la expresión de Christopher G. Langton (*life-as-it-could-be*).

La investigación biológica tradicional puso el acento en el análisis y la explicación de los seres vivos, mientras que la vida artificial aplica un *método sintético* de los procesos o comportamientos vitales a través de ordenadores u otros medios. Langton define la VA como "el estudio de los sistemas de creación humana que exhiben conductas características de los sistemas vivientes naturales".<sup>57</sup> Dicho con otras palabras, la vida artificial dispone de conductas o procesos generalizados equivalentes a las conductas desarrolladas por los organismos vivos. Lo que difiere la vida artificial de la real es el hecho de estar diseñada o proyectada por los seres humanos, pero no en el mismo sentido trivial en el que se diseña un robot, ya que el método de programación de abajo hacia arriba<sup>58</sup> en el que se basa permite, a partir de la interacción entre las unidades constitutivas del sistema, comportamientos nuevos e imprevistos que emergen de una manera compleja y no lineal. Lo que es "artificial" de la llamada vida *in silico* se circunscribe a sus componentes: chips de silicio, fórmulas, reglas de computación, etc. No obstante, ni la vida real ni la artificial están determinadas sólo por la materia de la que están construidas, sino también por el proceso. Según la teoría de VA, la esencia de la vida está constituida más por la forma de este proceso que por la materia. En el caso en que se ignore el substrato material, puede lograrse abstraer la *lógica* que gobierna el proceso o las condiciones bajo las cuales cualquier cosa puede ser considerada viva, tanto en la vida real como en la artificial.

Así es que la biología contemporánea acepta que no puede haber ninguna definición de la vida que no tenga

56.. *Ibidem*, pp. 320-323

57.. Véase su artículo publicado en el libro: Christopher G. Langton (ed.) *Artificial Life: The Proceedings of an Interdisciplinary Workshop on the Synthesis and Simulation of Living Systems*. Los Alamos, Nuevo México, Sept. 1987. Esta edición recopila los trabajos de la histórica primera reunión internacional sobre vida artificial realizada en septiembre de 1987, en el Laboratorio Nacional de Los Álamos, de Nuevo México -libro considerado la "biblia" de la vida artificial-.

58.. "La programación de abajo hacia arriba corresponde al hecho de que nuestras proteínas están 'programadas' en forma relativamente explícita por el ADN, pero no hay un gen que especifique directamente la forma de la cara o el número de los dedos. Esta clase de programación contrasta con el principio de programación en la IA. En ella se intenta construir máquinas inteligentes por medio de programas hechos desde arriba hacia abajo: se programa el comportamiento total *a priori*, dividiéndolo en subsecuencias de comportamiento estrictamente definidas, que a su vez se dividen en precisas subrutinas, subrutinas menos, etc., descendiendo a todo lo largo hasta el mismo código de la máquina. El método de abajo hacia arriba de la vida artificial imita o simula procesos de la naturaleza que se organizan por sí mismos. También podríamos llamar a estos procesos 'autoorganización simulada'." Claus Emmeche, *Vida simulada en el ordenador - La nueva ciencia de la inteligencia artificial*. Barcelona, Gedisa, 1998, p. 33

excepciones u otras debilidades, ya que la vida es un concepto vago, prototípico, que refleja un *continuum* en la naturaleza. "Toda propiedad que le acordemos a la vida es, o bien tan amplia que también se aplica a muchos sistemas inanimados, o bien demasiado específica y no puede incluir contraejemplos que intuitivamente consideramos vivos."<sup>59</sup>

J. Dayne Farmer y Aletta d'A. Belin relacionan ocho propiedades clave de la vida real, que presentamos aquí de forma resumida: más que un objeto material específico, la vida es una configuración en el espacio-tiempo, una clara forma de organización; la vida busca la autorreproducción; la vida está asociada con el acopio de información para una autorrepresentación; la vida prospera con la ayuda del metabolismo; la vida participa en interacciones funcionales con el ambiente; las partes de los seres vivos tienen una crítica dependencia interna de unas respecto de las otras; la vida exhibe una estabilidad dinámica frente a perturbaciones; la vida como linaje tiene la capacidad de evolucionar.<sup>60</sup>

Si comparamos las características de la vida real definidas por Dayne Farmer y Aletta d'A. Belin con algunos de los rasgos de organismos artificiales, constatamos varias equivalencias: por ejemplo, son configuraciones y formas de organización; son capaces de reproducirse; tienen autorrepresentación; las instrucciones de máquina pueden interpretarse como "químicamente" activas —aunque de una clase de química radicalmente diferente de la de la actividad enzimática de la célula—, y por ello, en cierto sentido, tienen metabolismo; entran en interacciones funcionales con su entorno (hardware virtual o real); sus partes son mutuamente interdependientes, ya que los organismos digitales son pequeñas totalidades funcionales; son estructuras que pueden ser estables dentro de sus ambientes preferidos; están capacitados para desarrollarse en un linaje.<sup>61</sup>

La controversia acerca de la cuestión sobre si los organismos de vida artificial están "vivos" como estamos los organismos reales puede ser enfocada de diferentes maneras. No obstante, hay que subrayar que los seres de VA son organismos digitales con estructuras enteramente informacionales y, en este sentido, formales, mientras que los organismos vivos son biofísicos. Pese a esta diferenciación, los científicos no se ponen de acuerdo a la hora de trazar una línea inequívoca de separación entre unos y otros. Por ejemplo, los virus informáticos, aunque sean organismos artificiales, provocan daños reales en los sistemas informáticos; se reproducen, son activos y desarrollan una función vital, por lo que algunos científicos se aventuran a decir, aunque metafóricamente, que están "vivos". Los llamados *worms* (gusanos) son otro tipo de programas informáticos surgidos en Internet en 1998, que aunque ellos mismos no actúen directamente en el sistema de los ordenadores, pueden contener códigos tipo virus capaces de hacerlo. Los gusanos pueden estar activos de manera autónoma y penetrar en los ordenadores a través de las redes telemáticas.

No obstante, como argumenta Eugene Spafford, los virus informáticos sólo se acercan a lo que denominamos *vida* de forma aparente, ya que esta comparación, más que apuntar a un logro científico, representa probablemente un error de definición.

Sugerir que los virus informáticos sean entes vivos implica presuponer que parte de su entorno —los ordenadores, los programas o los sistemas operativos— representa también una forma de vida artificial. ¿Puede existir la vida en otro ecosistema estéril y vacío? Una definición de "vida" debería incluir, probablemente, una mención acerca del entorno en el que ésta ha surgido.<sup>62</sup>

La teoría de la simbiosis desarrollada por la científica Lynn Margulis puede proporcionarnos nuevos elementos para considerar más profundamente la cuestión. Según su hipótesis, los seres simples especializados en diferentes funciones establecen sucesivas alianzas y pactos para crear superestructuras cada vez más generales y complejas, que les permitan enfrentar las adversidades del entorno. De acuerdo con Margulis, heredamos directamente la riqueza genética de aquellos animales que pudieron sobrevivir a las mayores extinciones que se han dado en la Tierra. Los grandes problemas estaban relacionados con la supervivencia, y la resolución de los problemas empezó hace 4000 millones de años por medio de cadenas de DNA procariótico capaces de recombinarse y mutar. La selección natural, al proteger a las bacterias y a sus descendientes con la más efectiva de las respuestas al medio ambiente, almacenó soluciones para los diferentes problemas en relación con el medio. El sistema de almacenamiento consistió en las secuencias informativas de ácidos nucleicos y la capacidad de estos ácidos nucleicos, RNA y DNA, para interactuar con proteínas en la vecindad inmediata. Hace unos 700 millones de años, la evolución de los primeros sistemas nerviosos y cerebros alcanzó el nivel del aprendizaje y el pensamiento, que era una manera más rápida de resolver los problemas funcionando individualmente.

Esta nueva forma neuronal de resolución de problemas no utilizaba los métodos darwinianos de muerte individual o de intercambio genético, sino métodos asociados al psicólogo Skinner, es decir, por medio de modificaciones del comportamiento. En vez de almacenarse en el DNA, el comportamiento variable y el refuerzo selectivo obtenidos a partir del medio ambiente se almacenaban en interacciones selectivas entre células excitables o neuronas, que responden directamente al medio ambiente.<sup>63</sup>

Esta teoría nos abre una nueva vía de interpretación y de cuestionamiento de los algoritmos genéticos o de los sistemas de VA, que serían procesos análogos a aquellos experimentados por las cadenas de DNA procariótico de las bacterias. La cuestión siguiente sería si estos sistemas de VA combinados con un sistema de IA podrían llegar a encontrar una solución equivalente a la forma neuronal humana de resolución de problemas a partir de modificaciones del comportamiento.

Este planteamiento es aún más polémico, y las posiciones de los científicos son completamente discrepantes. Mientras un colectivo condiciona el conocimiento de la inteligencia humana a la comprensión de la conciencia, y por lo tanto, sería

59.. Emmeche, *op.cit.*, p. 50

60.. Cfr. Dayne Farmer y Aletta d'A. Belin, "Artificial life: The coming evolution", en: Langton *et al.* *Artificial Life II*, Redwood City, Addison-Wesley, 1992, pp. 815-833

61.. Véase como ejemplo Thomas S. Ray, "Tierra - La idea de crear una amplia red de reservas de biodiversidad para organismos digitales", en: C. Giannetti (ed.) *Ars Telematica*, *op. cit.*, pp. 143-148; y en <http://www.construct.net/tierra/index.html>

62.. Eugene Spafford, "Computer Virus - A Form of Artificial Life", en: <http://www.brunel.ac.uk/depts/AI/alife/alife-main.html>

63.. Lynn Margulis y Dorian Sagan. *Microcosmos*. Barcelona, Tusquets, 1995, pp. 252-253

imposible conseguir reproducir el sistema neuronal, dado que la conciencia es inabarcable; otro, de tendencia reduccionista, pretende que podremos reproducir artificialmente una inteligencia consciente en el momento en que descifremos el sistema físico de interconexión neuronal. Para ello, hay que atenerse a dos problemas relacionados con la definición del concepto de *conciencia*: los problemas fáciles y los problemas duros. Los fáciles se atienen a la investigación de cómo integra el cerebro la información que le llega de fuentes dispares y se sirve de ella para controlar el comportamiento. El rasgo decisivo que comparten estos problemas fáciles consiste en que todos se refieren a cómo se realiza una función cognoscitiva o del comportamiento. El problema duro consistiría, al contrario, en cómo los procesos físicos del cerebro dan lugar a la conciencia.

Algunos científicos, partiendo de la idea de que la clave de la cuestión está en el problema de la conciencia, proponen que el reemplazamiento gradual y preciso de las neuronas por microcircuitos de silicio podría conducir a sistemas artificiales realmente inteligentes, con experiencia consciente.<sup>64</sup>

No sería tan impropio establecer una relación entre este tipo de argumentación y los fundamentos de la Estética Informacional. Ambos creen que todo lo que produce el ser humano (incluso el arte) está basado en la lógica formal, y que las producciones y el comportamiento razonados se construyen a partir de una secuencia de procesamientos de información, sin referencia específica a un cuerpo que usa esta inteligencia. Por consiguiente, las cuestiones a plantear serían: ¿Es posible establecer la conexión entre un chip electroquímico, altamente integrado y estable, con las miles o millones de fibras conectoras de las neuronas? ¿Es posible establecer la conexión directa entre miles de neuronas y las células gliales con microestructuras activas? Y si esto fuera posible, ¿lograríamos así una IA consciente?

Para Ernst Pöppel, las teorías reduccionistas se autoinvalidan en el momento en que constatamos que no se trata de simples nexos entre células nerviosas, sino de una conexión interneuronal que forma una red extremadamente compleja. Cada célula envía información a aproximadamente diez mil otras, y cada célula nerviosa recibe informaciones de diez mil otras. En un promedio de un billón de neuronas por cerebro habría un total de mil billones de conexiones interneuronales. Una célula puede estar activa o inactiva, de forma que teóricamente una célula nerviosa posee  $2^{10.000}$  estados funcionales, lo que representaría  $10^{3.000}$  estados. Todo esto evidencia que, dada su impresionante cantidad, los estados funcionales de las células nerviosas no son calculables, y la duración del universo no sería suficiente para realizar este cálculo. Si no son matematizables, tampoco sería factible reproducir artificialmente estos estados funcionales.

Para que se pueda tener un parámetro de comparación, Pöppel sugiere que, aunque podamos determinar en cual rutina el cerebro se encuentra cuando se está leyendo, escribiendo, etc., sería imposible pretender calcular todos los contenidos que son representados en la conciencia, es decir, lo que está siendo leído, hablado, etc. o el número de actividades neuronales que supone estas acciones. Para Pöppel, por lo tanto, las experiencias individuales no son cuantificables. En el tercer capítulo constatamos que la atribución de méritos creativos a un programa informático se frustra al confrontarse con el problema de la conciencia. El argumento contra la posibilidad de simulación de la inteligencia consciente no sería una objeción *a priori*, sino que se basaría en cuestiones prácticas: no tendríamos tiempo suficientes de nos duplicarnos perfectamente en un sistema técnico, dado que una vida muy larga dura tres mil millones de segundos (E. Pöppel).

Centrándonos en el campo de la creatividad y el empleo artístico de estos sistemas, la pregunta principal ya no sería, por consiguiente, si estos sistemas podrían "reemplazar" al artista (tema examinado a partir del ejemplo de *Aaron*), mas se limitaría a cuestionar si estos procesos de VA o IA pueden conducir a la generación de nuevos métodos de complejidad con posibles resultados estéticos o con planteamientos cognitivos o conceptuales consistentes.

Varios experimentos con vida activa y artificial basados en sistemas de agentes inteligentes –los *knowbots*– pretenden reproducir comportamientos propios de los seres vivos e inteligentes. Los *knowbots* pueden tener una representación tridimensional con órganos que pueden desarrollar los diversos sentidos –audición, olfato, tacto–, así como moverse y desplazarse en su entorno. Sus vidas en el mundo artificial se basan en las posibles interrelaciones con seres de su especie y con el entorno, empleando para ello los sentidos y los movimiento de que disponen. Son seres que, como los niños, pueden aprender del entorno, con otros *knowbots* y con los propios seres humanos, mediante un dispositivo de "memoria" basado en un sistema experto. Estas investigaciones de VA pueden abrir camino a nuevas teorías sobre el proceso de adquisición de conocimiento del entorno y del lenguaje simbólico.

Estos sistemas nos hacen recordar la aseveración de Marvin Minsky, que en respuesta a la cuestión sobre cómo las tecnologías informáticas cambiarán nuestras vidas y nuestra cultura, afirma que no será porque está relacionada con los ordenadores, sino porque nos ayudará a entender nuestra propia vida, a comprender lo que es el conocimiento, el cerebro humano, cómo aprendemos, pensamos y sentimos. Y será ésto, y no la potencia de la tecnología, lo que puede provocar el cambio de nuestras ciencias y humanidades.<sup>65</sup>

#### Arte genético, creación robótica y vida artificial

Uno de los primeros eventos internacionales dedicado al tema monográfico de la IA y del llamado *arte genético* fue la edición de 1993 del festival *Ars Electronica* de Linz, Austria. El festival reunió un grupo notable de artistas, teóricos, científicos e investigadores para debatir y contrastar el estado de la cuestión a partir de diferentes aspectos. Desde la perspectiva del arte, se definió una serie de conceptos que hasta entonces estaban dispersos o ambiguos, y se presentó una selección de obras representativas tanto por su investigación estética como por la pesquisa tecnológica en los campos de la VA y la IA. La edición de 1999 de *Ars Electronica*, *Life Science*, propuso una actualización del tema y nuevos proyectos de arte genético.

64.. Cfr. David J. Chalmers, "El problema de la conciencia", en: *Investigación y Ciencia*. Barcelona, Prensa Científica, febrero de 1996, pp. 60-67 (1ª ed. en *Scientific American*, 1996)

65.. Cfr. Marvin Minsky, "How Computer Science will change our lives", en: Langton/Shimohara, *Artificial Life V*, op.cit., p. 25

Peter Weibel, director de la edición de 1993, considera el arte genético como el equivalente artístico de la tecnología genética, en la medida en que pretende simular procesos vitales mediante el empleo de nuevas técnicas, y cuestionar los efectos y consecuencias de este tipo de simulaciones y generaciones sintéticas de vida. A partir de la diversidad de términos que fueron siendo empleados en los últimos veinte años para denominar este tipo de arte, sugerimos agrupar las diferentes manifestaciones artísticas en tres campos principales, que a la vez engloban otros campos específicos:<sup>66</sup>

- **Arte genético:** intervenciones artificiales en los procesos de crecimiento de materiales biológicos, e investigación de los posibles cambios formales (*evolutionary art*)<sup>67</sup>; representación bi o tridimensional de criaturas artificiales (*virtual creatures*)<sup>68</sup> o de los códigos genéticos<sup>69</sup>; procesos biológicos de procreación y reproducción de microorganismos, como bacterias empleadas en cuadros (*biogenetic art*)<sup>70</sup>; representación de procesos de manipulación genética e intervenciones en seres humanos, animales y alimentos (*genetic engineering*).<sup>71</sup>

- **Arte robótico:** seres automatizados tridimensionales (autómatas) que simulan comportamientos de seres vivos reales, como los mecanismos de búsqueda, autopreservación, interactividad, movimiento, etc.;<sup>72</sup> la robótica aplicada como prótesis o extensión de seres vivos.<sup>73</sup>

- **Vida artificial:** configuraciones electrónicas y programas que desarrollan criaturas u organismos de vida artificial inmaterial con representación en dos o tres dimensiones, que tienen comportamientos semejantes a los de los seres vivos reales, y que simulan procesos vitales como la codificación informacional, la reproducción y la extinción de un grupo de individuos (poblaciones); autómatas celulares o algoritmos que simulan el desarrollo de seres vivos, y que tienen un carácter de modelo genérico (*algoritmos genéticos*); sistemas de VA que pueden interactuar con los seres humanos (*interactive evolution*).

Empezaremos analizando los sistemas de VA. Existen tres procesos de reproducción celular artificial especialmente importantes para el funcionamiento de un algoritmo genético y su estructura genético-cromosómica: la selección, el cruce y la mutación. El conjunto de soluciones o población inicial se crea normalmente de modo aleatorio. La selección en la población inicial consiste en eliminar ciertos miembros en favor de los que se considera más adecuados. El cruce trae consigo nuevas soluciones y es un mecanismo de optimización, mientras la mutación asegura la entrada de nuevo material genético en el conjunto. Los algoritmos genéticos son, por lo tanto, una técnica aleatoria de optimización a partir del planteamiento de un marco de investigación, que emplea conjuntos de soluciones potenciales. A partir de un conjunto aleatorio de soluciones potenciales se inicia el proceso evolutivo que produce nuevas generaciones sucesivas. La mejor opción potencial se escoge como respuesta o se define como buena solución.

Muchos trabajos de Karl Sims, científico y artista, se centran en la investigación de la generación de imágenes y de seres virtuales a través de este tipo de algoritmos genéticos. Su propuesta de evolución interactiva, por ejemplo, consiste en la simulación de ciclos vitales simples que generan una población, entre cuyos miembros sobreviven aquellos considerados "mejores". Éstos se reproducen y generan nuevos seres que son copias o combinaciones de elementos de sus padres, a veces con pequeñas variaciones o mutaciones aleatorias, que pueden transformarse en rasgos favorables que introducen mejoras en el conjunto de la población. Un observador externo puede influenciar de forma interactiva en este ciclo, seleccionando,

por ejemplo, los seres con "calidades" estéticas más interesantes, y definiendo así los criterios de supervivencia.

Según Sims, los fragmentos del código informático funcionan como cromosomas que describen el proceso de crecimiento de los seres virtuales. El código digital, comparable con el ADN, es el genotipo, mientras el resultado virtual, el organismo, es el fenotipo. La intervención del observador en el proceso evolutivo debe ser entendida como una colaboración entre la persona y la máquina, en la medida en que el observador toma decisiones sobre la estética visual y el ordenador tiene la capacidad de generar matemáticamente, a partir de éstas, las imágenes virtuales complejas. En el formato de instalación interactiva, el artista utiliza una serie de monitores que visualizan una "población" de imágenes. Mediante sensores, el visitante puede decidir, según sus criterios estéticos, cual de las imágenes sobrevivirá. Éstas empiezan entonces su proceso de evolución, generando descendientes con variaciones y combinaciones de los elementos de sus "padres". Algunas mutaciones pueden aumentar la complejidad visual de las imágenes y producir nuevas propuestas estéticas.

La selección de cinco posibilidades significa que el visitante ha elegido una entre más de un millón de posibles líneas de desarrollo. Este número es lo suficientemente grande para que cada visitante, con sus valores estéticos personales, pueda llegar a resultados muy diversos, aunque a veces inesperados para el propio espectador, dado que en este proceso evolutivo artificial —como en las evoluciones naturales— también entran a formar parte factores aleatorios al observador. Durante el transcurso de la exposición de la instalación interactiva, el ordenador archiva todas las imágenes seleccionadas más de una vez por los observadores, que pasan a ser consideradas "las favoritas". El visitante puede volver a visionar su imagen favorita y reanudar el proceso evolutivo a partir del punto conocido. Asimismo, el observador puede, a cualquier momento, reiniciar desde el principio el proceso de evolución a partir de 16 imágenes simples iniciales.

Artistas como Sims proponen, en definitiva, una nueva manera de llevar a cabo la creación artística. A la pregunta si podemos considerar esta evolución de imágenes como un proceso creativo, Sims argumenta:

Un elemento de azar puede ser un componente importante en algunas formas de creatividad. Tal vez este proceso pueda ser comparado al de un artista que intenta mejorar un estilo ya existente o que busca nuevas ideas experimentando con la aleatoriedad, inspeccionando los resultados y descartando los menos interesantes. Asimismo, puede ser similar a la manera en que la sociedad acepta o rechaza ciertas modas o estilos

66.. La ordenación y la agrupación de las distintas clasificaciones en las tres definiciones aquí propuestas son de la autora. Weibel y otros autores sugieren una clasificación de campos más amplia. Cfr. Peter Weibel, "Über genetische Kunst", en: *Ars Electronica 93*, Viena, PVS Verleger, 1993, pp. 420-421.

67.. George Gessert realiza una hibridación en diferentes tipos de plantas y documenta el proceso; Eduardo Kac, en *Genesis*, investiga la mutación de dos bacterias, que cambian de color a partir del contacto entre ellas.

68.. Como los seres zoosistémicos de Louis Bec de los años setenta; los seres manipulados de Thomas Grünfeld o Eric Fong.

69.. Como las obras de Iñigo Mangiano-Ovalle, que reproducen los códigos genéticos de seres humanos; las representaciones de elementos genéticos en cuadros de Kevin Moore, Suzanne Anker o Andrew Lester.

70.. Como la utilización de bacterias manipuladas genéticamente en los cuadros de David Kremer; la obra *Microbios de Kandisky*, de Peter Gerwin Hoffmann, que utiliza cultura de bacterias provenientes de un cuadro de Kandisky.

71.. Como el arte transgénico de Eduardo Kac, basado en el uso de las técnicas de ingeniería genética para transferir material de una especie a otra, o de crear organismos vivos con genes sintéticos.

72.. Como los robots luchadores del artista Mark Pauline, de San Francisco, cuyas presentaciones o performances se convierten en luchas entre los robots hasta la autodestrucción; o los robots del artista Chico MacMurtrics.

73.. Como el brazo robótico que emplea Stelarc en sus performances con un tercer brazo.

de arte, y a cómo aquellos que son aceptados son luego copiados y modificados de tal modo que parecen originados aleatoriamente, y generan nuevos estilos y nuevas variaciones. (...) En esta evolución simulada, sin embargo, las alteraciones aleatorias son ejecutadas por el ordenador. En ningún caso es el usuario quien lleva a cabo las experimentaciones aleatorias. Su función se limita exclusivamente a tomar las decisiones estéticas respecto a las imágenes preferidas. En este proceso, la figura del "creador" parece estar ausente, aunque los resultados a los que se puede llegar sean muy complejos e interesantes. Si tenemos en cuenta que el espectador realiza la selección entre un enorme número de posibilidades, ¿está siendo creativo el espectador o es necesaria la presencia de un "creador"? (...) Esta clase de técnicas puede cambiar algunos aspectos de nuestra tendencia antropocéntrica. Tenemos dificultad para creer que no hemos sido "creados" por un dios, sino que somos fruto de un accidente natural de la evolución. Igualmente, tenemos dificultades para creer que la evolución artificial puede competir con nuestras habilidades de creación o incluso superarlas. Con esta instalación se espera concienciar al observador del poder del proceso evolutivo en general –tanto en sus variadas formas en nuestro mundo real, como en el simulado–, e incluso aportar una habilidad estética todavía inexplorada para algunos.<sup>74</sup>

En esta obra, el acto de creación del artista consiste en programar este complejo sistema de algoritmo genético, introduciendo y demarcando el funcionamiento básico del programa. A partir de este punto, su posición pasa a ser "externa", como la de un observador más. El proceso de creación de las obras (en el caso de Sims, las imágenes generadas informáticamente) y la obra misma son frutos del "trabajo" de la máquina en interacción con el espectador o interactivo. Es otro ejemplo claro del desdoblamiento de la autoría al cual nos hemos referido en capítulos anteriores: el apareamiento de la figura del meta-autor, como el autor de la máquina (algoritmo) autogenerativa, autora del proceso y de los resultados.

David Goldberg, investigador en este campo, sugiere otra posible relación de los algoritmos genéticos con la creatividad. Cuando somos creativos, a menudo elegimos una serie de soluciones existentes en un determinado contexto y otra serie que está funcionando en un contexto diferente y las juntamos para intentar crear una nueva propuesta o solución. Según Goldberg, este tipo de proceso de trabajo, propio de la creatividad humana, es similar a la selección y recombinación de los algoritmos genéticos, que proporcionan un modo mecánico de automatizar la creatividad u otra manera de comprender nuestra creatividad.

Esta línea de razonamiento conecta con la idea ya planteada por Vilém Flusser a principios de los noventa sobre el proceso de creación entendido como intercambio, intersección y transformación de información preexistente y existente entre autor y entorno.

¿Qué hace realmente el autor? Él reúne informaciones que encuentra en obras ya producidas, según criterios de su tiempo y de su cultura. A este cúmulo de información adicional información que ha adquirido en su propia vida. En las informaciones adquiridas pueden haber ruidos, es decir, informaciones que hasta entonces no existían. El conjunto de informaciones es procesado por el autor, es decir, es modificado y computado, de manera que se genera nueva información. Sin embargo, el autor no sólo trabaja a nivel simbólico y procesa los códigos, a través de los cuales él ha recibido las informaciones acumuladas. La nueva información sintetizada también tiene que ser aplicada a un cierto material para transformarse en obra. El material, su cosificidad, ofrece ciertas resistencias a este proceso, y el resultado de esta disputa dialéctica es la obra de arte.<sup>75</sup>

La posición de Flusser, aunque incurre en cierto reduccionismo si pensamos en la complejidad de la creatividad humana, es perfectamente aplicable al proceso de creación de sistemas de VA. Los "ruidos" a los que se refiere Flusser podrían ser las intervenciones de los interactores (como en el caso de Sims), mientras la "disputa dialéctica" correspondería al proceso de selección. Horner y Goldberg, por ejemplo, al describir el método de generación musical a partir de algoritmos genéticos, hablan de la existencia de un punto inicial –un primer conjunto de información que determina la melodía "primaria"–, a partir del cual la estructura artificial evoluciona hasta otra melodía final específica.<sup>76</sup> Bruno Degazio, por su parte, al definir el programa por él desarrollado para investigar las aplicaciones de los algoritmos genéticos en las composiciones musicales, denominado *Musical Organism Evolver* (MOE), apunta a dos componentes principales: el sistema evolutivo y el conversor. El sistema evolutivo realiza los procesos de apareamiento de cromosomas, cruce y mutación genética, ejecutando los rasgos esenciales del proceso de desarrollo. (Equiparando con la concepción de Flusser, sería el conjunto de informaciones que es procesado y modificado, de manera a generar nueva información.) El conversor transforma un cromosoma, el cual consiste básicamente en una serie de instrucciones (o parámetros musicales), en una estructura de datos musicales. El conversor examina cada gen en el cromosoma en cuestión y aplica, en el grado especificado por el contenido de este gen, un proceso de selección. El uso musical de los algoritmos genéticos sólo logra su verdadero éxito cuando se le aplica a secuencias de operaciones más largas, es decir, cuando hay la posibilidad de desarrollo del proceso. En este sentido, el algoritmo genético se convierte en una estructura de control para un macrolenguaje musical, supervisada a través de técnicas de programación genética. Desde el punto de vista de Degazio, por encima de los logros del proceso de algoritmos genéticos, la imposición de esta estructura resulta esencial para el éxito musical de este proyecto.<sup>77</sup>

Louis Bec, artista francés que viene investigando desde 1970 sobre la relación entre arte, ciencia y técnica, va un poco más allá que Goldberg en sus consideraciones sobre la relación entre creatividad e investigación en sistema artificiales. Bec mantiene el punto de vista de que la VA sirve metafóricamente de punto de unión entre los experimentos artísticos y las visiones científicas en el sentido de adaptación del sentido, del espíritu, de la invención y de la producción. Bec no entiende su creación como "obra de arte", pero como una investigación. Tampoco se autodenomina artista, sino zoosistémico, una mezcla entre científico, artista y técnico.

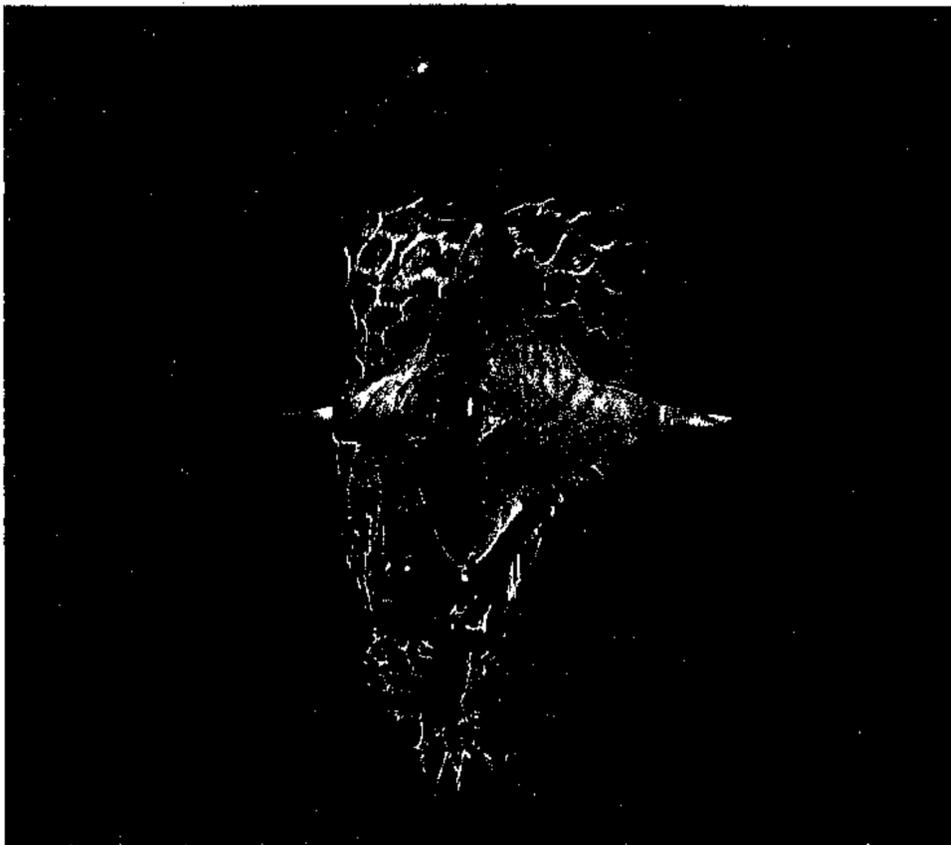
El primer modelo biológico de su zoosistema (campo creado a partir de la interrelación entre las ciencias de la vida, la inteligencia artificial y la conformación sistémica) fue creado en 1972,

74.. Karl Sims, "Genetic Images", en: *Revue Virtuelle Notebook 5*, París, Centre Georges Pompidou, 1993

75.. Vilém Flusser, "Vom Autor oder vom Wachsen", en: Rötzer / Roggenhofer (eds.) *Kunst machen?* Múnich, Boer Verlag, 1991, p. 68

76.. A. Horner y D. E. Goldberg, "Genetic Algorithms and Computer-Assisted Music Composition". *Proceedings of the International Computer Music Conference*, 1991, pp. 479-482

77.. Bruno Degazio, "La evolución de los organismos musicales.", en: Eduardo R. Miranda (ed.) *Música y nuevas tecnologías. Perspectivas para el siglo XXI*. op.cit., pp. 139-150



© Louis Bec, serie *Upokrinomènes*, 1998-2000. Imagen superior: *Attila*; imagen inferior: *Digital*.

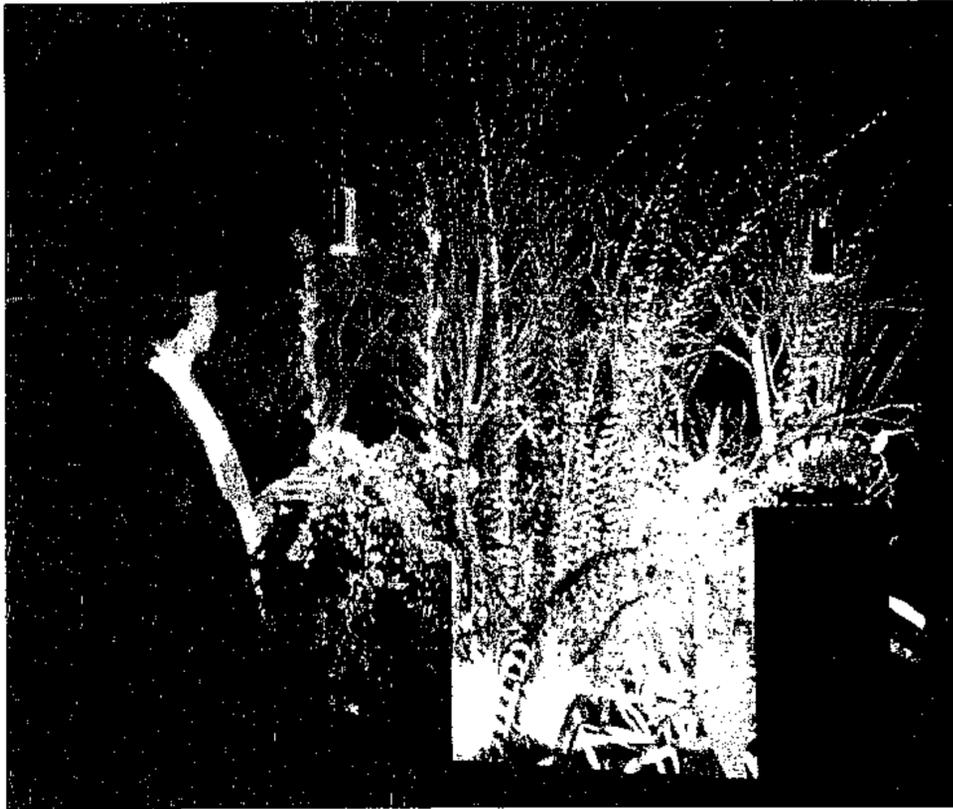
en forma escultórica tridimensional, siendo que algunos seres de esta serie llegaron a tener diez metros de altura. Estas obras son ejemplos de arte genético. En los años ochenta, empezó a desarrollar seres de vida artificial, creados mediante algoritmos genéticos. Desde entonces plantea si los escultores de hoy no son realmente los bioinformáticos o los constructores de robots, que crean esculturas vivas. Para Bec, la maquinación de la vida artificial es más una situación espiritual que una causa instrumental. Él describe este fenómeno como creación de una *hipo-zoo-lógica*, que surge en forma de autómatas celulares, algoritmos genéticos, sistemas vivos, modelación de inteligencia colectiva, robots, etc., que están en interacción con un entorno artificial mutable que puede ser favorable o a veces hostil.

La VA puede ser considerada, por consiguiente, un lugar privilegiado en el que se opera la transformación de los sistemas de representación. Según Bec, en un proceso maquinal pueden haber distintas formas de representación del ser virtual: forma bidimensional; forma tridimensional; representación en movimiento; y representación en proceso de transformación. De esta manera, las producciones de VA actúan como operadores de una mutación estética en proceso y, simultáneamente, revelan sus fases de evolución. En este contexto, la actividad artística es entendida como campo de investigación y de experimentación de la percepción, de las emociones, de la memoria, de la formación de conceptos, del tiempo, del espacio, del movimiento, de las trayectorias, de los procesos y las relaciones entre seres humanos, seres artificiales y máquinas.

De acuerdo con Bec, la maquinación efectuada por la VA contribuye al origen de una nueva estética de la autonomía, en la que las más importantes producciones del sistema artificial se muestran de forma programática. Esta estética se establece como expresión de las interacciones entre las diferentes partes del sistema. Se trata de una estética que transfiere conocimientos biológicos a la tecnología y viceversa. Una estética, cuyos síntomas son estados sucesivos que pueden ser vistos a través de transformaciones morfogenéticas. Una estética de la visualización, en la que algo oculto vuelve a aparecer, a emerger. Una estética entendida como proceso, ya que en la interactividad no hay ninguna respuesta instrumentalizada, sino perspectivas potenciales que se aproximan a la virtualidad de la creación.

La estética de la autonomía propuesta por Bec se basa en el hecho de que los seres virtuales pueden crear, a través de la reproducción y la mutación, otros seres virtuales con una estética distinta. Por otro lado, implica una "estética de la amputación", que significa, para Bec, que nuestras extensiones tecnológicas nos obligan a adaptarnos al medio artificial y, por ello, olvidar o suprimir las aptitudes que se convirtieron en obsoletas, e integrar como prótesis los instrumentos que amplían nuestras capacidades.<sup>78</sup>

78.. Cfr. Louis Bec, "Das Technobiom oder die Prämissen einer zweiten Darwinschen Revolution", en: *Erzeugte Realitäten II*, Berlin, Neue Gesellschaft für Bildende Kunst, NGBK, 1994, pp. 13-32, 40-42; "Prolegomena. Esthétique et Epistemologie Fabulatoire de la Vie Artificielle", en: *Ars Electronica 93*, op.cit., pp. 172-180; "Über das Wiederflottgemachte", en: Rötzer/ Weibel (eds.), *Cyberspace. Zum medialen Gesamtkunstwerk*, op.cit., pp. 357-365

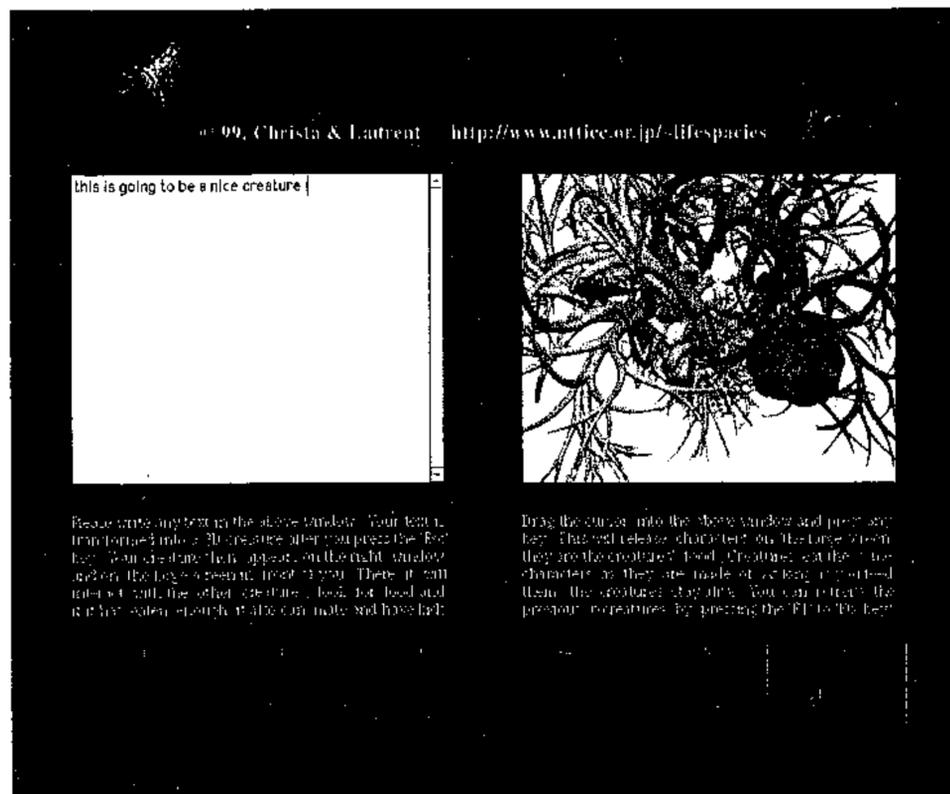


© Christa Sommerer & Laurent Mignonneau, *Interactive Plant Growing*, 1992/1993, Colección del Mediamuseum del ZKM Karlsruhe.

Otro paso en esta línea de investigación va enfocado hacia el logro de un nivel más profundo de interrelación entre obra y espectador. La artista Ulrike Gabriel, por ejemplo, busca con sus obras establecer un vínculo más estrecho entre observador y obra en la medida en que condiciona el funcionamiento del sistema al funcionamiento del cuerpo del interactor. *Terrain 01*, una instalación interactiva de arte robótico creada en 1993, consiste en un "microcosmos" (un espacio físico circular definido) habitado por una colonia de pequeños robots (sistemas dinámicos) del tipo de vehículos cibernéticos autónomos. Los robots están equipados con células fotoeléctricas -de forma que la luz es la principal fuente de energía de estos sistemas-, y con sensores, que funcionan como órganos de percepción para que puedan moverse libremente por el microcosmos y percibir el movimiento y la posición de los demás sin chocarse. El proceso de movimiento y "vida" activa de estos robots depende totalmente, por lo tanto, de la intensidad de la luz sobre ellos proyectada. Esta intensidad está subordinada, en un segundo nivel, a un sistema interactivo que establece el contacto indirecto entre observador externo y los robots. Un dispositivo adaptado a la cabeza del interactor detecta sensorialmente sus actividades cerebrales que, transmitidas al sistema, son las que regulan la intensidad de la luz proyectada sobre el sistema. Así, el mundo interno y el mundo externo están interconectados de forma recíproca e inversa por una interfaz indirecta y una forma de comunicación inmaterial (las ondas cerebrales): cuanto más intensa o caótica sea la actividad cerebral del interactor, más apático será el comportamiento de la colonia de robots, o cuanto más bajas sean las ondas cerebrales, más caóticamente se moverá la colonia.<sup>79</sup>

Las investigaciones que Christa Sommerer y Laurent Mignonneau vienen desarrollando desde 1992 nos proporcionan otras claves interesantes para adentrarnos en las posibles aportaciones del espectador en el proceso de simulación y generación de VA, y de la visualización y percepción activa por parte del público de estos desarrollos y de sus resultados. En la conocida y varias veces premiada obra *Interactive Plant Growing*, de 1992-93, se establecen parámetros sensoriales de diálogo entre interactor y obra mediante una interfaz "viva", y se transmite una visión dinámica de la obra como un sistema en constante evolución, de fácil percepción visual por parte del público. La instalación interactiva consta de cinco plantas reales y una gran pantalla en la que se proyecta la visualización formal del proceso de crecimiento virtual de las plantas. Al aproximarse o tocar las plantas reales, el espectador activa un sistema de generación de datos que son traducidos en imágenes infográficas en movimiento de plantas virtuales en crecimiento acelerado. El interactor

79.. Véase otras obras de U. Gabriel, que también inciden en la cuestión del vínculo entre los sistemas biológicos y artificiales, como *Breath* (1992) o *Perceptual Arena* (1993).



© Christa Sommerer & Laurent Mignonneau, *Life Species II* (c), 1999  
(desarrollada en ATR MIC Labs, Japón)

puede alterar y controlar el crecimiento virtual de más de 25 plantas generadas simultáneamente por ordenador en tres dimensiones. El sistema funciona mediante la captación del potencial eléctrico de cada planta real mediante sensores colocados en sus raíces. Este potencial eléctrico es comparado con el potencial eléctrico que el interactor transmite a la planta al acercarse a ésta. La diferencia de voltaje varía dependiendo de la distancia entre el interactor (su mano, por ejemplo) y la planta, variando paralelamente los resultados del crecimiento virtual en la imagen. Las señales eléctricas, ampliadas y filtradas, son enviadas a un conversor, que las transforma en datos digitales transmitidos, entonces, al ordenador, que procesa la información en forma de imágenes infográficas tridimensionales y en movimiento. Mediante el acercamiento a las plantas, el interactor puede activar el crecimiento y la transformación (tamaño, rotación, color, posición, etc.) de la apariencia de las plantas virtuales. Todas las variaciones en la imagen dependen, en última instancia, de la sensibilidad del interactor para interactuar con el sistema y encontrar la distinta graduación de la distancia entre su cuerpo y el vegetal. Aunque la velocidad acelerada del crecimiento virtual no corresponda al crecimiento real, la apariencia de las plantas virtuales, sus movimientos y procesos de desarrollo evolutivo son ópticamente similares.

En 1996, Sommerer y Mignonneau desarrollaron *GENMA - Genetic Manipulator*, una instalación interactiva que permite al visitante crear, manipular y explorar el diseño genético de criaturas artificiales. *GENMA* es una especie de "máquina del sueño", que permite al interactor manipular a microescala (a escala de los genes) y en tiempo real, a través de programas genéticos, la naturaleza de formas y figuras tridimensionales abstractas de amebas artificiales.

En 1997, los artistas ampliaron el concepto de *GENMA* y aplicaron el principio de "diseño abierto" a una instalación interactiva y telemática llamada *Life Species*. La obra tiene una componente física, instalada en el ICC InterCommunication Museum de Tokio, y una vertiente virtual que utiliza la red telemática. A través de formas e imágenes evolutivas, los visitantes de la instalación situada en el ICC y los visitantes conectados a la web de *Life Species* en Internet pueden interactuar entre ellos. Mediante un sistema de codificación que traduce textos en formas ("text-to-form"), es decir, en códigos genéticos, cualquiera puede crear su propia criatura artificial a través del envío de un correo electrónico con una descripción escrita. Así, forma, figura, color y textura de las criaturas se determinan a partir de los parámetros del texto. La multiplicidad y variedad de los textos hace que las criaturas adopten apariencias heterogéneas e individuales. A partir de la recepción del e-mail, la criatura es generada y empieza a "vivir" en el environment ubicado en el museo, donde los visitantes locales pueden interactuar directamente con ella. El autor del texto recibe un *currículum vitae* y una imagen de "su" criatura y se le informa del tiempo de vida, sus descendientes y clones generados.

El proceso de interacción local con las criaturas se produce mediante una pantalla táctil. En el momento en el que el visitante selecciona una criatura, ésta se clona y crea una copia perfecta de sí misma. Sin embargo, si dos personas situadas en lugares remotos coinciden en el mismo espacio virtual, éstas pueden elegir dos criaturas y provocar, así, que ambas se acoplen y creen descendencia. De este modo, el sistema cambia y evoluciona según la interacción del visitante y el comportamiento de las criaturas. Debido a que las reglas de interacción no están predeterminadas y se dan en múltiples niveles, se crea un sistema abierto y complejo de vida artificial, en el cual cada entidad está presente "física"

(en el ICC) o virtualmente (en Internet). De esta manera, se dan tres niveles de generación de seres virtuales: a través de los textos enviados vía e-mail, mediante la interacción local, y a través de la autorreproducción de las criaturas, que permite que el genotipo se propague a través del sistema y cree, de forma evolutiva, grupos de diferentes especies. El comportamiento y la apariencia de las criaturas dependen, así, de la participación del teleusuario, de la intervención del interactor local y de la propia evolución de estos seres.

En este sentido, no podemos predecir el desarrollo del proyecto, ni tampoco la forma de las criaturas que surgirán, en la medida en que este proceso depende exclusivamente de la cantidad y la complejidad de los mensajes enviados, del modo de reproducción de las criaturas y de la opción que tome el visitante local. *Life Species* es un sistema en el que la interacción, la interrelación y el intercambio se producen a nivel humano-humano, humano-criatura, criatura-criatura, humano-ambiente, criatura-ambiente, y entre vida real-vida artificial. (...) El artista tan sólo define la estructura, en base a la cual el público pasa a ser responsable de lo que ve y de lo que crea. Esto ofrece al espectador grandes perspectivas. Únicamente cuando el visitante logra convertirse en parte del sistema se da cuenta de que no hay soluciones predefinidas de cómo actuar o cómo visualizar, puesto que la obra se desarrolla a través de su interacción. (...) En este tipo de instalaciones, en la medida en que las imágenes ya no son estáticas, prefijadas y predecibles, éstas se convierten en un proceso vivo, que demuestra la influencia de la interacción del público y el principio interno de la variación, mutación y evolución. Las imágenes procesadas ya no son reproducibles, sino que cambian y evolucionan continuamente. Una obra con estas características puede considerarse un sistema vivo, que representa la relación y la interacción entre la vida (real) y la vida artificial.<sup>80</sup>

De los ejemplos anteriormente citados se desprenden transformaciones profundas no sólo en el modo de concebir (producir) la obra, sino en la manera misma de entender el arte y la función del espectador. Asimismo, dejan constancia de que este tipo de cambios está vinculado forzosamente al desarrollo de nuevas tecnologías, sin las cuales sería imposible plantear determinadas cuestiones estructurales, conceptuales y estéticas. Éstas no son, sin embargo, aseveraciones nuevas o recientes. Que el uso de determinadas técnicas o aparatos influencia el propio proceso de creación ya había sido advertido por Nietzsche, que al usar su primera máquina de escribir observó que "das Schreibzeug sich in die Gedanken miteinschreibe" ("la máquina de escribir se coinscribe en el pensamiento"). Paul Valéry reconocía, a principios del siglo XX, que, dado que ni la materia ni el espacio ni el tiempo son lo que han sido antes, todas las artes ya no pueden ser entendidas como en otras épocas, y que ya no se puede más eludir los efectos de las ciencias y de las praxis modernas. Tales innovaciones cambiarán la técnica de las artes y llegarán a transformar el propio concepto de arte -pronosticaba Valéry-. O como decía René Berger: toda técnica tiene una dimensión estética, que influencia tanto nuestra sensibilidad como nuestras imaginación y fantasías.

En el tercer capítulo hemos visto cómo se produjo el punto de inflexión respecto a la transformación de la noción de arte y sugerimos una redefinición de este concepto con base en la teoría de la comunicación, la teoría sistémica y el constructivismo. Hemos planteado las cuestiones fundamentales del media art relacionadas con la interdisciplinariedad, la desmaterialización o la deconstrucción del objeto de arte y de su sentido de originalidad, y también con la expansión hacia el meta-autor y el interactor, a los que

los ejemplos de VA e IA aportan datos contundentes. En este tipo de obras prevalece el proceso por encima del resultado final, predomina la investigación en torno a la intercomunicación obra-interactor por encima de las posibles aportaciones puramente formales o conceptuales. Paralelamente, hemos confirmado que las estructuras y los procesos de una obra sólo son analizables y perceptibles respecto a un determinado contexto, y sólo pueden ser entendidos como proceso comunicativo en lo que se refiere a este mismo contexto.

A partir de todos estos factores relacionados con el arte interactivo constatamos un claro desplazamiento del sentido tradicional del arte hacia el sentido de **sistema** (aunque no pretendemos con ello reemplazar un término por el otro), y consideramos este factor como el punto determinante de este proceso.<sup>81</sup>

Los planteamientos que resultan del análisis de los sistemas que utilizan IA o VA nos permiten constatar que el enfoque ha dejado de ser el de una obra de arte que reflexiona sobre las imágenes del mundo (la reproducción o interpretación de la visión de mundo), para pasar a ser el de un *sistema* que cuestiona el mundo mismo, nuestras realidades, nuestros entornos, nuestra vida, nuestro sistema biológico; un sistema que proporciona *nuevas visiones de mundo*. La creación actual, basándose en el método procesal y en el modelo de sistema, adquiere un renovado sentido en el contexto sociocultural, en contra de los postulados de la pérdida de función del arte en el mundo contemporáneo. Asimismo las idiosincrasias del proceso, la interactividad y el sistema transforman necesariamente los paradigmas estéticos, tema que analizaremos en el próximo capítulo.

80.. C. Sommerer y L. Mignonneau. "Art as a Living System", en: Christa Sommerer y Laurent Mignonneau (eds.), *Art @ Science*. Viena/ Nueva York, Springer Verlag, 1998, pp. 158-160

81.. En 1985, Fred Forest afirmaba: "Emplazar el arte, hoy en día, en los sistemas situados en diversos niveles de organización de la realidad a partir de la superación de los estrechos límites de las disciplinas, me parece una tarea necesaria e inevitable." (Véase Fred Forest, "Manifeste pour une esthétique de la communication", en: Pouise Poissant (ed.), *Esthétique des Arts Médiaux*. Québec, Université du Québec, 1995, p. 36.). Roy Ascott, en el catálogo del *Interactive Media Festival*, San Francisco, 1995, substituye la noción de arte por la de sistemas. Cfr. Louis Bec y Peter Weibel.