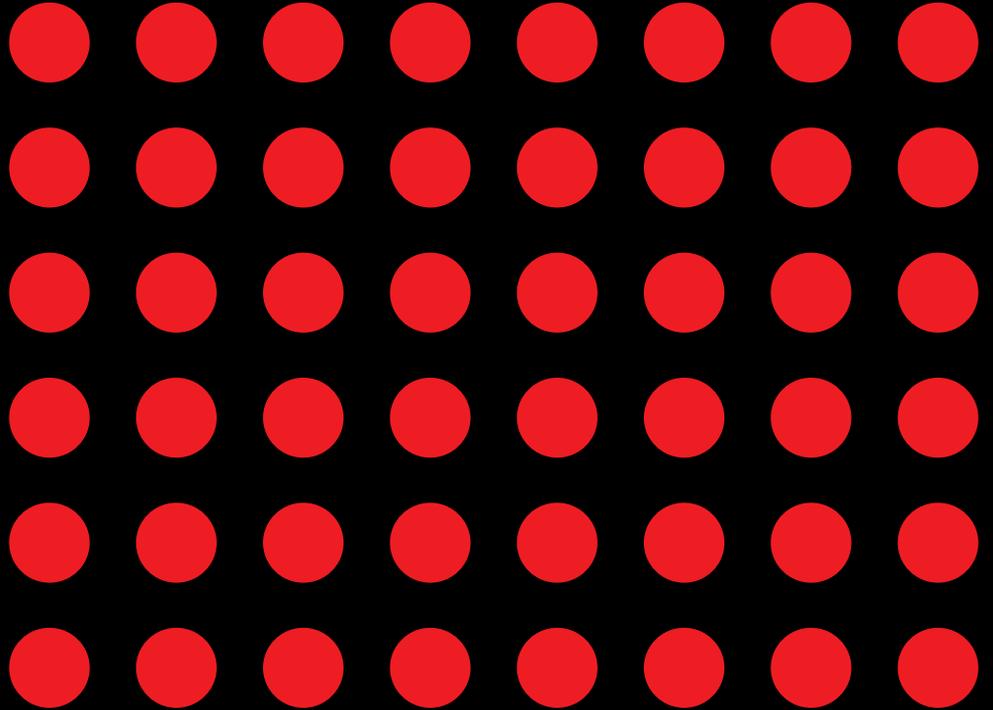


**IUNA**

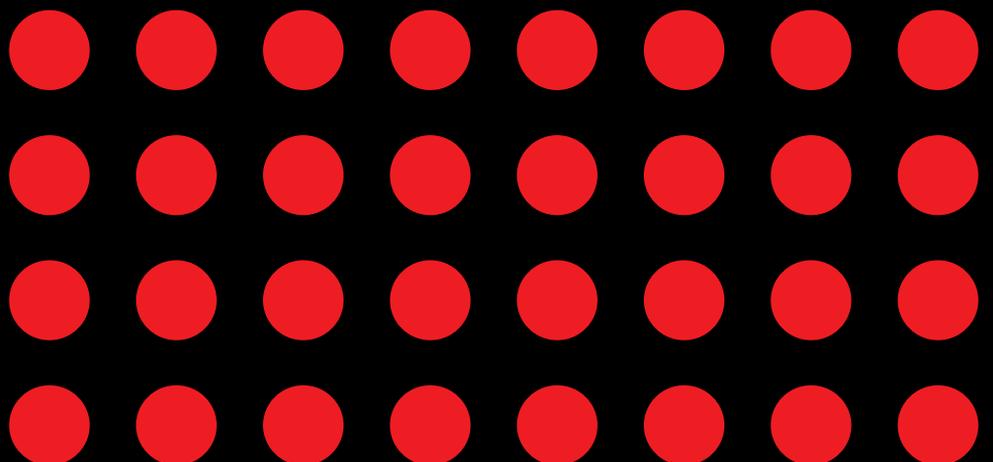
Instituto Universitario  
Nacional del Arte

# RIM

revista de investigación multimedia  
año 2. número 2. primavera de 2008



# 2



# editorial

En este segundo número de RIM asistimos a nuevos desarrollos de la investigación en el área multimedial, que establecen avances significativos en los modos de plantear las alternativas en el campo de la interactividad. Los conceptos de tecnología aplicada cobran nuevas dimensiones, en una complejidad donde el paradigma hombre-máquina altera la oposición, por la mimesis. Encontramos un estado evolutivo que acerca e intercambia la relación humano-arte-tecnología, para constituirse en un continuo juego de roles.

“Realidad aumentada” de Christian Silva, “Proyecto Tangible” de Christian Parsons y Diego Javier Alberti, “Algoritmo evolutivo y Arte genético” de Matías Romero Costas, “El palacio de los destinos” de Raúl Federico Lacabanne, “La computación afectiva” de Emiliano Causa y Andrea Sosa y “ Herramientas del *software* dedicadas a la captura del gesto corporal” de Tarcisio Lucas Pirotta, suman en su conjunto una serie de aportes que trabajan sobre nuevas formas de interacción, donde los componentes “vitales” de las capacidades perceptivas encuentran su dimensión ontológica.

Completan este número, lúcidas visiones sobre el “Infodiseño” de Diego Pimentel, “La Guerrilla Mediática” de Martín Groisman y “La construcción del tiempo en las artes temporales” de Carmelo Saitta, que posicionan el estado del arte disciplinar dentro de las reglas del mercado, los medios de comunicación y las variables del tiempo y el espacio sonoro, como conflictos ineludibles de las múltiples realidades en las que nos encontramos inmersos.

Un saber pleno de interrogantes, que permite abrir nuevas redes de conceptos, pensamientos y complejidades alternativas, de un fenómeno en continuo estado evolutivo.

Comité Editorial de RIM

# staff



## Instituto Universitario Nacional del Arte

Rectora  
Prof. Liliana Beatriz Demaio

Vicerrectora  
Lic. María Azucena Colatarci

Secretaría de Asuntos Jurídico-Legales  
Dr. Gustavo Omar Valle

Secretaría de Asuntos Académicos  
Prof. Oscar Steimberg

Secretaría de Extensión y Bienestar Estudiantil  
Lic. María Marta Gigena

Secretaría de Desarrollo y Vinculación Institucional  
Prof. Víctor Giusto

Secretaría de Asuntos Económico-Financieros  
Cont. Eduardo Jorge Auzmendi

Secretaría de Infraestructura y Planeamiento  
Arq. Nicolás Escobari



## Área Transdepartamental de Artes Multimediales

Director  
Prof. Carmelo Saitta

Secretario Académico  
Dr. Pablo Cetta

Secretario Administrativo  
Dr. Javier Saitta

Coordinación de Actividades de Investigación  
y Posgrado  
Ing. Emiliano Causa

Coordinación de Actividades de Extensión  
y Bienestar Estudiantil  
Prof. Gumersindo Jerónimo de Jesús Serrano Gómez

## RIM

Director  
*Prof. Carmelo Saitta*

Secretario de redacción  
*Ing. Emiliano Causa*

Comité editorial  
*Dr. Pablo Cetta*  
*Prof. Pablo Di Liscia*  
*Lic. Martín Groisman*  
*Arq. Daniel Wolkowicz*

Colaboran en este número  
*Diego Javier Alberti*  
*Emiliano Causa*  
*Martín Groisman*  
*Raúl Federico Lacabanne*  
*Christian Parsons*  
*Diego Pimentel*  
*Tarcisio Lucas Pirotta*  
*Matías Romero Costas*  
*Carmelo Saitta*  
*Christian Silva*  
*Andrea Sosa*

Diseño  
*Daniel Wolkowicz*

Corrección de textos  
*Rossana Cabrera*

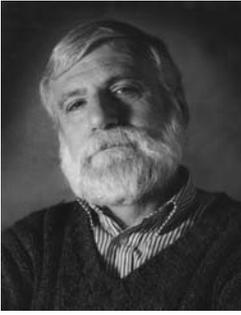
RIM es una publicación del Área  
Transdepartamental de Artes Multimediales  
del IUNA  
Yatay 843, Ciudad Autónoma de Buenos Aires,  
República Argentina

Todos los derechos reservados  
ISSN 1850-2954

Impreso en Letra Viva S.A.  
Constitución 1733/35  
Ciudad de Buenos Aires  
Octubre de 2008

# Índice

La construcción del tiempo en las artes temporales <b>Carmelo Saitta</b>	5
Realidad aumentada o “actualización” aumentada <b>Christian Silva</b>	11
Infodiseño Cultura digital y diseño de información <b>Diego Pimentel</b>	15
Proyecto Tangible. Desarrollo de una aplicación para el control de un sintetizador por medio de una pantalla sensible al tacto <b>Christian Parsons y Diego Javier Alberti</b>	21
El palacio de los destinos: pensar una experiencia de RV <b>Raúl Federico Lacabanne</b>	35
Algoritmos evolutivos y arte genético <b>Matías Romero Costas</b>	41
La computación afectiva y el arte interactivo <b>Emiliano Causa y Andrea Sosa</b>	51
Herramientas de <i>software</i> destinadas a la captura, análisis y síntesis del gesto corporal <b>Tarcisio Lucas Pirotta</b>	61
La Guerrilla Mediática y otras formas de resistencia al goce de la Marca <b>Martín Groisman</b>	71



---

## CARMELO SAITTA

Compositor y docente.

Estudió composición con Enrique Belloc, José Maranzano, Francisco Kröpfl y Gerardo Gandini. Ha compuesto obras de cámara y de música electroacústica; por “La Maga o el Ángel de la Noche” recibió un premio en Bourges en 1990. Y el Primer Premio instituido por la Municipalidad de la ciudad de Buenos Aires en 1991.

También ha compuesto música para cine. Ha estrenado numerosas obras de otros compositores, tanto como percusionista como en calidad de director. Desarrolla una intensa actividad docente en el Instituto Nacional del Arte y la Universidad Nacional de Quilmes.

Son de destacar sus aportes al conocimiento y uso de los instrumentos de percusión en la composición musical, y al tratamiento del sonido y la música en los medios audiovisuales.

# La construcción del tiempo en las artes temporales

Carmelo Saitta

---

## El tiempo físico o cronométrico

Podemos considerar, desde el punto de vista temporal, tres dimensiones diferentes: el tiempo físico o cronométrico, el tiempo vivencial o psicológico y el tiempo virtual, dimensión ésta última en la cual se inscriben las artes temporales.

Respecto del tiempo cronométrico, Ilya Prigogine<sup>1</sup> se pregunta si el tiempo existía antes del Universo o si se creó con él, incógnita ésta que la ciencia todavía no ha podido dilucidar. Al respecto, Stephen Hawking nos dice: *“en la teoría clásica de la gravedad, basada en el espacio-tiempo real, hay solamente dos maneras en que puede comportarse el Universo: o ha existido durante un tiempo infinito, o tuvo un principio en una singularidad dentro de un tiempo finito en el pasado”*<sup>2</sup>.

Creemos que, a los fines prácticos, es necesario separar la idea de existencia de la idea de la conciencia; esta última es propia del hombre común y está vinculada a la idea de movimiento y de la mensurabilidad de la duración.

Según Aristóteles, tiempo es el número del movimiento, tiempo y movimiento existen en una indivisible simultaneidad.

Más cercano en la historia, San Agustín nos dice: el tiempo es, si no movimiento, por lo menos algo dentro de él; es el número del movimiento, por ende un acontecimiento.

En este sentido, la conciencia del fluir del tiempo está ligada a un acontecimiento, tanto en el sentido de su aparición como de su duración, y su mensurabilidad ha respondido a diferentes patrones vinculados al desarrollo de la ciencia. Es así como las culturas llamadas “primitivas” también tenían un particular sistema para medirlo. Nos dice Lyotard: *“Las etnoculturas fueron durante mucho tiempo los dispositivos de puesta en memoria de la información, gracias a los cuales los pueblos estaban en condiciones de organizar su espacio y su tiempo. Eran, en especial, la manera en que*

*multiplicidades de tiempo (de veces) podrían agruparse y conservarse en una memoria única, (B. Stiegler)”*<sup>3</sup>.

Memoria que, desde los narradores y pasando por *La galaxia Gutenberg*, ha llegado a Internet.

En el siglo XX, los viejos conceptos de constancia, irreversibilidad, uniformidad y periodicidad del tiempo, que rigieron durante muchos siglos la vida del hombre, han sido relativizados. Aparecen nuevas ideas como la de la relatividad de Einstein (el “tiempo ilusión”), el “tiempo degradación” de la entropía (segunda Ley de la termodinámica), una concepción topológica del tiempo y nuevas concepciones que surgen de la física cuántica a través del principio de incertidumbre. Todas estas nuevas ideas proponen un universo en el que el tiempo no es ni ilusión ni disipación sino creación (o, como prefieren llamarlo los científicos, tiempo imaginario, que no es el real, como lo es el tiempo que los seres humanos pueden experimentar).

Esta última concepción, de alguna manera, tiene su punto de contacto con Bergson, quien plantea que *“el tiempo es una serie irreversible en la cual cada punto representa una nueva creación, algo único que no se repite”*.

En nuestra escala humana, cada punto es un *ictus* temporal que establece el inicio para la medida de una duración cuyo número dependerá del *ictus* final. Es así como la toma de conciencia del transcurrir del tiempo siempre estará afectada a un acontecimiento y desde este punto de vista la existencia de cada ser humano constituye una duración (delimitada por un *ictus* inicial y un *ictus* final).

Resumiendo, digamos que en el siglo XX no sólo se ha relativizado la concepción del tiempo físico sino que además *“las leyes de la ciencia no distinguen entre las direcciones hacia delante y hacia atrás del tiempo. Sin embargo, hay al menos tres flechas del tiempo que sí distinguen el pasado del futuro. Son: la flecha termodinámica, la dirección del tiempo en la cual el desorden aumenta; la flecha psicológica, la dirección del tiempo según la cual recordamos el pasado y no el*

*futuro; y la flecha cosmológica, la dirección del tiempo en la cual el Universo se expande en lugar de contraerse*"<sup>4</sup>.

Podemos decir que la toma de conciencia del tiempo, al estar afectada a un acontecimiento, se verá relativizada por la percepción y la significación que cada ser tenga de él. No debemos olvidar que al considerar los procesos y factores que intervienen en la construcción de la idea del tiempo deberemos tener en cuenta su indisoluble vinculación con el espacio, por lo que todo acontecimiento deberíamos considerarlo temporo-espacial. Es por ello que Robert Wallis considera al tiempo la cuarta dimensión de la mente, postulado que ya Einstein había enunciado.

Lo antedicho pertenece a las nuevas concepciones del tiempo físico y, por el momento obviaremos estos problemas y pasaremos a considerar otra dimensión.

### **El tiempo vivencial o psicológico**

Podemos considerar al tiempo psicológico como la relativización de la experiencia temporal de la duración de un determinado acontecimiento condicionado por las funciones psíquicas, es decir, por las actividades mentales, objeto de la conciencia.

En este sentido, consideramos a los estados de la conciencia desde dos puntos de vista: a) el intelectual, representativo y cognitivo, b) el afectivo. Es así que las sensaciones, con sus cualidades propias, son utilizadas por el conocimiento y tienen un valor afectivo. Es imposible que una percepción no tome en el pensamiento humano una significación particular. (No consideraremos aquí, el problema de los umbrales en la experiencia perceptiva.)

Dentro de este punto de vista, los placeres estéticos (que resultan de la significación de los objetos sensibles, de su valor simbólico o expresivo y del juego de sentimientos que provocan) involucran no sólo la percepción, es decir, a la reacción de conjunto del organismo ante un complejo de excitaciones simultáneas y sucesivas, sino también a la reacción de una personalidad que tiene sus recuerdos, sus hábitos, su orientación intelectual y afectiva, tanto momentánea como duradera.

Del mismo modo, son condicionantes de la percepción las emociones: la cólera, la alegría, la tristeza, la ira, el miedo, la inquietud, la sorpresa, la vergüenza, la decepción; episodios sobresalientes de la mente afectiva que se presentan en situaciones subjetivamente importantes ya que entran en actividad tendencias que se caracterizan por perturbaciones tanto psicológicas como fisiológicas.

También podríamos mencionar otros condicionantes de la actividad humana que inciden en la relativización del tiempo físico, tales como la tensión, la memoria, el interés, la voluntad, las inclinaciones, el conocimiento, la cultura, etc.

Todo ello condiciona la experiencia que uno tiene del tiempo vivido, lo que sumado a una estrategia comunicacional y simbólica de la obra artística, determinan, a través de su movimiento y su organización, la experiencia temporal de las duraciones y la variabilidad del tiempo psicológico, en relación con las duraciones del tiempo cronométrico. Y si, como sabemos la experiencia psicológica es de carácter totalizador, también sabemos cómo relativiza la realidad. Basta con mirar una calle a distancia, para ver que los cordones de las veredas tienden a juntarse, cuando sabemos que son paralelos y que la percepción vuelve a relativizarse cuando se representan en una pintura hecha en un plano.

Como vemos, el tiempo de las artes (en mayor o menor medida) se presenta de manera "metafórica" en relación con la experiencia del tiempo vivido, considerando el doble nivel, el de la realidad y la imagen que tenemos de ella, es decir, el de su percepción.

En la experiencia artística, las funciones mentales de la emoción pueden acrecentar la actividad mental, pudiendo despertar la capacidad inventiva y el ingenio. Bajo su influencia, se piensa más rápido, se tienen más ideas u otras más nuevas, más energía en la acción y, por lo tanto, una particular captación del tiempo, tanto para el creador como su posible receptor.

Antes de avanzar sobre la dimensión virtual, es necesario considerar que la asimilación del movimiento de un acontecimiento presenta en su devenir una organización, un orden, y que dicho orden, al decir de Platón, es el ritmo, puesto que para él "*ritmo es aquello que se ve, ritmo es el orden del movimiento en el tiempo*".

Nosotros lo hemos definido de la siguiente manera: "*El ritmo es aquel fenómeno que la conciencia reconoce como una formalización a través de la materia, cuyos contenidos específicos dependen de un orden particular del movimiento en un devenir de un 'tiempo'. Cada instante de ese proceso es un acto único e irreversible y su imagen se hace presente por operaciones de organización y asociaciones que se establecen a través de la memoria*"<sup>5</sup>. El ritmo no sólo nos permite observar una organización interna, también del ritmo depende la organización formal de una obra, y nuestra percepción de su tiempo virtual.

Por otro lado, debemos considerar que durante el transcurso de las artes temporales, más allá de otras teorías (la percepción del instante), el perceptor tendrá que “ensanchar” el presente actualizando el pasado (lo cual depende de la memoria) y que luego, en función de la relación que pueda establecer entre pasado y presente, actualizará el futuro. Y es esta expectativa, que depende de las estrategias compositivas, la que nos induce a seguir el acontecimiento en un juego de gratificaciones o frustraciones, también determinantes de la relativización del tiempo cronométrico, cuya aprensión depende en gran medida de la memoria. Recordemos aquí los tipos clásicos: instantánea, transitiva y permanente, como alguna consideración más reciente: “*Así pues, sin pretensiones de exhaustividad, distingo tres clases de efectos memoria de la inscripción tecnológica en general: de apertura, de barrido y de pasaje, que coinciden respectivamente, grosso modo, con esas tres clases muy diferentes de síntesis del tiempo ligadas a la inscripción que son el hábito, la rememoración y la anamnesis*”<sup>6</sup>.

## El tiempo virtual

Dice Susane Langer: “*Todo cuanto sólo existe para la percepción y no desempeña un papel corriente, pasivo, en la naturaleza, según ocurre con los objetos comunes, constituye una entidad virtual. No es algo irreal; a donde les confronta a ustedes, ustedes realmente la perciben, no la sueñan ni imaginan percibirla. La imagen en un espejo es una imagen virtual*”<sup>7</sup>.

Podemos decir, por lo tanto, que si una obra de arte es un objeto virtual (dado que no pertenece al mundo real ni al mundo de las ideas), entonces su espacio-tiempo también lo es. Y este tiempo virtual, del cual nos vamos a ocupar, se construye con los principios compositivos de cada disciplina.

Umberto Eco dice que toda narración tiene dos niveles: el de la fábula y el de la trama, es decir, aquéllo que se cuenta y cómo se lo cuenta. Cada uno de estos niveles adquirirá mayor o menor importancia según se trate de una u otra manifestación artística, llegando, en algunos casos, como es el de la música, a homologarse, es decir, a ser una sola cosa.

Ahora bien, si estos dos niveles tienen lectores diferentes: “el lector en fábula” y “el lector estético”, está claro que uno y otro pueden ser la misma persona, dado que también ha sido una sola persona la que ha construido la obra considerando ambos niveles.

También podríamos decir que el arte tiene un aspecto estético formal y otro simbólico inconsciente y que es en la persona donde ambos se encuentran.

Es así entonces que, superado el nivel de la fábula (lo que se le cuenta al perceptor), éste podrá acceder al nivel de la trama, es decir, observar los criterios constructivos que cada autor pone en juego al componer su obra. Y es en este nivel donde la construcción del tiempo virtual tiene su lugar, puesto que es aquí donde los procesos rítmico-formales o secuenciales tienen su verdadera explicitación.

Pero volvamos atrás y digamos, una vez más, que el tiempo virtual se construye y que sus posibilidades como estrategia compositiva forman parte de las variables estructurales a considerar en toda composición, y cuya concepción temporal (virtual) será relativizada por el perceptor como consecuencia de la intervención de sus posibles funciones psicológicas (tiempo vivencial), y que, en última instancia, tendrá una duración cronométrica determinada.

Umberto Eco en *Seis paseos por los bosques narrativos*<sup>8</sup> en el análisis que realiza de la trama de “Sylvie” de Gérard de Nerval nos muestra cómo el autor elabora para la obra no sólo un sistema de momentos (*ictus* temporales) y duraciones en un tiempo cronométrico (histórico) sino también cómo se vale de una estrategia de indeterminación, de incertidumbre (quizás para hacernos perder el sentido del tiempo) que, al constituirse en la estructura temporal de la obra, es determinante de su valor estético formal y un posible modelo de la construcción del tiempo virtual.

Del mismo modo, nos dice Ítalo Calvino en *Seis propuestas para el próximo milenio*<sup>9</sup> refiriéndose al cuento de Borges “El jardín de los senderos que se bifurcan”: “*(...) Por ejemplo, su vertiginoso ensayo sobre el tiempo (...) se presenta como un cuento de espionaje, que incluye un cuento lógico-metafísico, que incluye a su vez la descripción de una interminable novela china, todo concentrado en una docena de páginas*”. “*Las hipótesis que Borges enuncia en este cuento, cada una contenida (y casi oculta) en pocas líneas son: una idea de tiempo puntual, casi un absoluto presente subjetivo (...) después una idea de tiempo determinado por la voluntad, en la que el futuro se presenta irrevocable como el pasado; y por fin la idea central del cuento: un tiempo múltiple y ramificado en el que todo presente se bifurca en dos futuros, de manera que forman ‘una red creciente y vertiginosa de tiempos divergentes, convergentes y paralelos’.*”

Para referirnos al cine, diremos que la estructura temporal de un film puede ir desde una correspondencia total entre tiempo virtual y tiempo cronométrico (filmar en tiempo real) hasta el detenimiento o supresión de toda duración en la dimensión virtual sugerida por el film para dar lugar, por ejemplo, a la explicitación de un

sueño (que es atemporal). Tal es el caso de la película *Mujer Fatal* de Brian de Palma (2002) en la cual la acción continúa desarrollándose a partir de determinada circunstancia (el reloj marca las 15:33 h) por más de una hora haciendo creer al espectador que lo que sucede es la continuidad lógica de la acción cuando en realidad es un sueño del personaje; éste, al volver al mismo momento temporal (el reloj marca la misma hora), produce un giro en la trama determinando un resultado diferente en la fábula.

Podemos decir todavía que el modelo de estructura característico del cine comercial de ficción ha sufrido un cierto número de variables, cuando no su abandono, para dar lugar a otras estructuras formales cuyo sustento se encuentra en el manejo del tiempo virtual que, de algún modo, se asemeja a las diferentes formas de organización temporal de la música, como ser las *suite*, la variación, el rondó u otras formas abiertas más actuales.

Tomemos por caso *El día de la marmota* (*Hechizo del tiempo*), (1993) de Harold Ramis cuya estructura temporal podríamos considerar cercana a un tema con variaciones, es decir, a una sucesión de repeticiones variadas. En este caso, el personaje del locutor que se levanta el primer día a las 6 en punto de la mañana para transmitir el acto del “día de la marmota”, no puede luego abandonar el lugar porque una tormenta se lo impide y comienza a vivir la repetición de ese día. Las repeticiones nunca son iguales y aunque en el tiempo real las repeticiones son más de veinte, ciertas acciones muestran una dimensión mayor del tiempo virtual por lo que se supone que hubo muchas más que las que se muestran. Algunas están vinculadas a otras anteriores (*analepsis*), en algunas de ellas se vive la repetición dentro de la repetición y en otras se establecen anticipaciones (*prolepsis*). En síntesis, la trama presenta una estructura temporal a varios niveles de una fábula que en el fondo es muy sencilla.

Estos dos ejemplos bastan para comprender que diferentes tramas incluyen una elaboración del tiempo virtual no lineal que van mucho más allá de las estructuras clásicas donde a lo sumo podremos encontrar *prolepsis*, *analepsis* y *elipsis*.

Digamos que la posibilidad de plasmar un tiempo virtual no tiene reglas inmutables y, en todo caso, habría que considerar qué tan cerca o lejos se encuentran estas propuestas en relación con el tiempo vivido del ser, incluyendo no sólo la vigilia sino también la ensoñación, la imaginación y lo onírico.

Veamos entonces algunos posibles usos del tiempo virtual en los lenguajes audiovisuales,

recordando que por ser estos polisémicos, la organización temporal es una herramienta que puede darse en todas las cadenas lingüísticas o sólo en alguna de ellas, con independencia de las demás, considerando en todos los casos su especificidad. Esto es: en el texto, en la imagen, en la acción, en el sonido, en la música, en el montaje, etc.

#### He aquí algunas posibilidades:

- La determinación de la duración virtual con independencia del tiempo real (*Amarcord*, Dir.: Federico Fellini, 1973).
- La elipsis, es decir, los saltos de tiempo de cualquier magnitud (*El Ciudadano*, Dir.: Orson Welles, 1941).
- La analepsis y prolepsis, esto es, la alteración de la linealidad temporal volviendo a cualquier momento del pasado o yendo a cualquier momento del futuro (*El padrino III*, Dir. Francis Ford Coppola, 1990).
- La transformación de lo simultáneo en sucesivo (*Trafic*, Dir.: Jacques Tati, 1971).
- La dilación o compresión de la duración a partir de las necesidades de la acción dramática (*Carlitos Way*, Dir.: Brian Di Palma, 1993 / *La esfera*, Dir.: Barry Levinson, 1998).
- El aumento o la disminución de una unidad de sentido, narrativo (*El día de la Marmota*, Dir.: Sam Raimi, 1993).
- La simultaneidad de duraciones diferentes a partir de la modificación de alguna de las cadenas antes mencionada (*Vértigo*, Dir.: Alfred Hitchcock, 1958).
- La no correspondencia entre lo verbal, visual y lo sonoro (sonido *off*, fuera de campo), (alguien puede contar algo en imagen mientras con el sonido y el texto se puede contar otra cosa, la que además de tener diferente duración puede haber sucedido antes o suceder después), (*Gatica, el Mono*, Dir.: Leonardo Favio, 1993).
- La reversibilidad, es decir, la posibilidad de recorrer una duración en el sentido inverso o también de ser un *racconto*, es decir, estar en presente e ir al pasado para recorrerlo (*El libro negro*, Dir.: Paul Verhoeven, 2006, *Irreversible*, Dir.: Gaspar Noe, 2002).

- La ambigüedad temporal a través del uso del imperfecto en el texto, la inclusión de sueños, pesadillas, etc., o debido al diseño de la trama (*El espejo*, Dir.: Andrey Tarkovski, 1975).
- La postergación del tiempo narrativo a través de la inclusión de una escena secundaria (*Tiburón*, Dir.: Steven Spielberg, 1975).
- La suspensión del tiempo narrativo congelamiento de la imagen, imágenes interiores (*Nostalghia*, Dir.: Andrey Tarkovski, 1983).
- La aceleración o desaceleración a través de procedimientos ópticos en la filmación o en la posproducción (cámara lenta, cámara rápida), (*The Matrix*, Dir.: Andy Wachowski, 1993).
- El diacronismo o desplazamiento de, por ejemplo, el sonido de la imagen en función tensional (*Zona de riesgo*, Dir.: Fernando Spiner, 1993).
- La repetición textual o no en sus diferentes fomas (*La zona*, Dir.: Andrey Tarkovski, 1979 / *Rashomon*, Dir.: Akira Kurosawa, 1950 / *Corre Lola, corre*, Dir.: Tom Tykwer, 1998).
- El montaje paralelo y el montaje alternado, que puede corresponder a tiempos simultáneos o no (*analepsis*, recuerdos, etc.) y que pueden juntarse o no en un determinado momento temporal (*Estado de Gracia*, Dir.: Phil Joanou, 1990).
- La presentación de varias unidades simultáneas, diacrónicas o sincrónicas por medio de la superimpresión o de la división de la pantalla (*La tempestad*, Dir.: Peter Greenaway, 1991).
- La narración en tiempo real (*Antes del atardecer*, Dir.: Richard Linklater, 2004).

Para mencionar sólo algunas de las posibilidades fácilmente constatables en filmes de autores que, abandonando la linealidad en la construcción de la trama, han comprendido que en su elaboración va implícita la construcción del tiempo virtual. Fenómeno observable, desde luego, en la literatura, el teatro, la danza, la poesía, la música e incluso en las artes espaciales, de todos los tiempos.

En las actuales artes multimediales estas operaciones temporales no sólo están presentes, sino que, además, se ven potenciadas por la intervención de la persona que interactúa con la obra modificando la construcción del tiempo virtual, tanto en la duración como en el orden en que aparecen los eventos. Cabe

aquí también establecer una diferencia entre mostrar y narrar, porque si bien ambas posiciones del espíritu se contienen mutuamente, no cabe duda de que en muchos casos se privilegia más una que otra, en particular cuando se pone en evidencia el dispositivo informático.

Por último, podremos decir que las artes temporales son una reflexión sobre el tiempo mismo, y dado que, más allá del aspecto articulado, objeto de la conciencia existe un aspecto simbólico inconsciente. Como dice Antón Ehrenzweig: “(...) *entre el autor y su público se produce una conversación secreta que no sólo usa un lenguaje inarticulado que no es posible captar racionalmente, sino que, además, tiene unos símbolos sometidos a un constante cambio debido a los procesos secundarios que los elevan continuamente hasta el nivel de la superficie articulada perteneciente a la superestructura estética del arte*”<sup>10</sup>. Y, es en este nivel simbólico inconsciente de las artes temporales, donde, según Michel Inverti, se encuentran los procesos formales propios de las disciplinas artísticas del tiempo, cuya función simbólica (consecuencia de la actividad creadora del hombre) “*le permiten a éste superar la angustia frente a la irreversibilidad y lo inevitable del envejecimiento y de la muerte, sustituyendo el tiempo real, destructor, creando un espacio cerrado, donde se perfila la ilusión de una existencia siempre nueva e indefinidamente inconclusa*”<sup>11</sup>.

Creemos que este aspecto, que excede a nuestras intenciones en este artículo, sea tal vez el sentido último de las artes en general y, en particular, el de las artes temporales.

---

#### Referencias bibliográficas

- 1 Prigogine, I. *El nacimiento del tiempo*. Barcelona: Tusquets, 1991.
- 2 Hawking, S.W. *Historia del tiempo*. 4ª ed. Buenos Aires: Emecé, 2006.
- 3 Liotardf, J.F. *Lo inhumano*. Buenos Aires: Manantial, 1998.
- 4 Hawking, S.W. *Op. cit.*
- 5 Saitta, C. *El ritmo musical*. Buenos Aires: Saitta Publicaciones Musicales, 2002.
- 6 Liotard, J.F. *Op. cit.*
- 7 Lange, S. *Los problemas del arte*. Buenos Aires: Infinito, 1966.
- 8 Eco, U. *Seis paseos por los bosques narrativos*. Barcelona: Lumen, 1996.
- 9 Calvino, Í. *Seis propuestas para el próximo milenio*. Madrid: Ciruela, 2000.
- 10 Ehrenzweig, A. *Psicoanálisis de la percepción artística*. Barcelona: Gustavo Gill, 1978. Colección Comunicación visual.
- 11 Inverti, M. *Le scritture del tempo*. Milán: Ricordi-Unicopli, 1990.



---

## CHRISTIAN SILVA

Diseñador en Comunicación Visual, Universidad Nacional de La Plata. Docente e investigador de los Departamentos de “Producción Multimedial” y “Diseño en comunicación visual” de la Facultad de Bellas Artes de la misma casa de altos estudios, donde además cursa el “*Magister* en Tecnología Informática aplicada en educación”, de la Facultad de Informática.

Especialista en desarrollo Web y nuevos medios. Participó en el grupo “Proyecto Biopus”, desarrolló proyectos de video experimental y net.art.

# Realidad aumentada o “actualización” aumentada

Christian Silva

---

*“Doug Engelbart<sup>1</sup>, cuyo trabajo había sentado los cimientos de la informática personal (...) estaba expresamente interesado en usar los ordenadores, que antes sólo se habían usado como calculadoras científicas o procesadores de datos comerciales, como medios para “aumentar el intelecto humano”. Engelbart concibió por primera vez la idea de usar los ordenadores para ampliar el pensamiento humano y el poder de la comunicación en 1950. Hasta 1963 no encontró a nadie que le financiara su investigación ya que la idea de usar ordenadores como extensiones de la mente era muy absurda”.*

*Howard Rheingold<sup>2</sup>*

*“Platón no hace sino valerse de metáforas [decía Aritóteles] y en lugar de aclarar conceptualmente la cuestión (...) se refugia en imágenes literarias; en este sentido, habría quedado atado al mundo de los mitos, es decir, a un mundo anterior a la aparición del pensamiento racional y científico”<sup>3</sup>.*

## Palabras claves

Realidad (virtual, aumentada y mixta), actualización, entorno, ambiente, interfaz, ciberculturas, contexto.

## Resumen

Una nueva generación de *hardware* y *software* emerge (dispositivos de realidad virtual y aumentada), ampliando nuestras capacidades perceptivas del espacio sensible. El calidoscopio cultural donde conviven: la innovación, el mercado y la experimentación, entre otros, enturbia las posibilidades de valorar en su justa medida estas nuevas interfaces, sus facultades y limitaciones. En la primera parte del texto se busca hacer pie en conceptos fundamentales (realidad: virtual, aumentada, mixta); términos mayormente bastardeados y vacíos de significado para poder abordar, luego, el panorama actual de las Ciberculturas entendidas como el conjunto de técnicas, de maneras de hacer, de maneras de ser, de valores, de representaciones que están relacionadas con la extensión del Ciberespacio<sup>4</sup> y de sus entornos emergentes.

## Introducción

El desarrollo de dispositivos tecnológicos extiende, primero, nuestras capacidades perceptivas: nuestros

sentidos se potencian y logran un sofisticado y preciso nivel de sensibilidad; y propone, luego, nuevas posibilidades de acceder a la información y al conocimiento que enriquecen nuestras capacidades cognitivas, “*Nuestra realidad psicológica no es una entidad natural. Depende parcialmente del modo en que nos afecta nuestro entorno, incluidas nuestras propias extensiones tecnológicas*” [Derrick de Kerckhove<sup>5</sup>]. En síntesis: se va configurando una nueva plataforma que nos sugiere posibilidades de interacción e interrelación desconocidas, que vamos descubriendo en este continuo proceso de convivencia. Las Ciberculturas que revelamos e inventamos cada día, realimentan, a su vez, el desarrollo de nuevos instrumentos y técnicas para controlar nuestra “realidad”. Este acelerado proceso de reconfiguración constante hace que algunos conceptos (a veces vacíos), derivados de alguna tecnología o de algún iluminado? de turno, sean populares aunque nadie sepa porqué: quizá el mercado y/o los medios de comunicación con sus constantes apremios por crear necesidades y expectativas sean los responsables de esta terminología hueca. Es objetivo de este texto es plantear un panorama conceptual claro sobre las terminologías y los conceptos involucrados en los fenómenos de Realidades Mixtas. Presentando desde dicha etimología la problemática del continuo realidad-virtualidad en el Arte Interactivo.

## La actualización: el continuo, o porque Pierre Levy propone la mejor etimología

Vale una breve referencia, aclaratoria, sobre el concepto de realidad dado que el término “real” trae ciertas ambigüedades y discusiones que preferimos omitir. Pierre Levy considera que la oposición virtual/real es inadecuada y en cambio propone la de virtual/actual. Dada la necesidad de acotar terminologías es que proponemos retomar dicha ambigüedad conceptual, porque el análisis y el recorrido sobre estos conceptos nos permitirá encontrar las directrices sobre las que proyectaremos nuestra indagación.

Nuestra primera tarea será entonces la de redefinir algunos conceptos. Para ello debemos remontarnos al momento en que se empezó a pensar

en la construcción de realidades alternativas. El arte, en general, y la ciencia ficción literaria, en particular se encargaron de generar el imaginario, que de alguna forma, termina influyendo en las denominaciones que utiliza el ámbito tecnológico. Es por eso que esta terminología se presenta imprecisa para las indagaciones más profundas como las que requiere nuestro trabajo, ya que nacen, generalmente, de la ficción. Jannet Murray<sup>6</sup> define a estos vocablos como “términos paraguas”, es decir, expresiones que se utilizan para definir situaciones, fenómenos, conflictos nuevos, para los que la cultura no tiene maneras de mencionarlos hasta el momento.

El concepto “Realidad Aumentada” es un derivado del de “Realidad Virtual”. En su texto *A taxonomy of mixed reality visual displays*, de 1994, Milgram y Kishino<sup>7</sup> se encargaron de proponer una clasificación de “Realidades Mixtas”, surgidas del desarrollo de ciertos dispositivos de *hardware* y *software* que permitían nuevas operaciones de virtualización; entendida como la forma de relación en el uso de las coordenadas de espacio y de tiempo, que supera las barreras espacio-temporales y configura un entorno en el que la información y la comunicación se nos muestran accesibles desde perspectivas hasta ahora desconocidas al menos en cuanto a su volumen y posibilidades. Mientras que en un extremo de esta taxonomía pusieron a la Realidad Pura, “entornos reales”, en el otro encontramos la Realidad Virtual, “entornos virtuales”; a los estados medios es a lo que llaman estos autores “Realidades Mixtas”, donde conviven la “Realidad Aumentada” y la “Virtualidad Aumentada”. De aquí se desprende la relación, como mencionábamos, de dichos conceptos (sobre los que más adelante profundizaremos). Para llevar a un terreno más seguro la discusión, es ahora que nos debemos preguntar sobre el concepto de “Realidad”, ¿nos son acaso reales los entornos virtuales?

Proponemos llevar la terminología al escenario que plantea Pierre Levy<sup>8</sup> en su *¿Qué es lo virtual?* de 1995. Allí indaga sobre la etimología de la palabra virtual para deducir su opuesto. “*Lo virtual, en un sentido estricto, poco tiene que ver con lo falso, lo ilusorio o lo imaginario. Lo virtual no es, en modo alguno, lo opuesto a lo real, sino una forma de ser fecunda y potente que favorece los procesos de creación, abre horizontes, cava pozos llenos de sentido bajo la superficialidad de la presencia física inmediata*”. El filósofo y antropólogo francés dice que “*lo virtual, no se opone a lo real sino a lo actual. A diferencia de lo posible, estático y ya constituido, lo virtual viene a ser el conjunto problemático, el nudo de tendencias o de fuerzas que acompaña a una situación, un acontecimiento, un objeto o cualquier entidad y que reclama un proceso*

*de resolución: la actualización. Este conjunto problemático pertenece a la entidad considerada y constituye una de sus principales dimensiones*”.

Si trasladamos, ahora, esta operación de “actualización”, que según Levy hacemos cuando interactuamos en procesos de virtualización (o para el que están preparados los entornos virtuales), al desarrollo emergente de la taxonomía de Milgram y Kishino, podemos decir que esta serie de Realidades Mixtas propuestas son, en realidad, una única operación que propone diferentes niveles de actualización. **De lo actual**, los entornos físicos: una persona, un acto, una información, un espacio físico o geográfico ordinario, la temporalidad del reloj y del calendario; **a lo virtual**, los entornos que se potencian intrínsecamente: la desterritorialización, lo desprovisto de inercia, habitante ubicuo del Ciberespacio, lo que no requiere de soportes físicos para subsistir. Así la “Realidad Aumentada” pasa a ser parte de un proceso, que mediante una serie de dispositivos busca aumentar nuestras posibilidades de *actualización* de un entorno determinado; fomentando lo que podríamos llamar una “Actualidad aumentada”, es decir, dotar al ambiente de condiciones que la enriquezcan.

### Aumentando la virtualización

En esta investigación vamos a indagar, entonces, por un lado, en las tecnologías innovadoras que permiten la creación de entornos inmersivos; y por otro, en las posibilidades culturales derivadas de dichas configuraciones. Podemos decir que surge una nueva serie de interfaces, mixtas (físicas y virtuales), donde los elementos materiales conviven con los elementos virtuales. Donde se generan una serie de nuevas posibilidades que aportan a los usuarios una serie de datos adicionales que pueden enriquecer su experiencia senso-perceptual. Este nuevo proceso de virtualización potencia el acceso a la información. Recordemos, como dice Levy, que “*la imaginación, la memoria, el conocimiento son vectores de virtualización que [ya] nos han hecho abandonar el ahí mucho antes que la informatización*”. Podemos sintetizar diciendo, entonces, que un ambiente que **busca aumentar las posibilidades inmersivas en un proceso de actualización**, debe cumplir con las siguientes propiedades:

- Combinación de objetos físicos y virtuales.
- Interacción en tiempo real con el entorno.
- Los objetos virtuales y reales se deben retroalimentar.

Si continuamos, y para concluir, con la tipología de Milgram y Kishino deducimos que la “Virtualidad Aumentada” que proponen como instancia avanzada

hacia los entornos virtuales puros, no es otra cosa que una instancia más de este proceso de actualización, donde lo inmaterial (discreto) toma mayor protagonismo, donde la inmersión de un ambiente (mayormente virtual) incorpora elementos del mundo material que nos rodea a la configuración de la información.

## Poéticas de las Ciberculturas

*“La palabra Ciberespacio fue acuñada por el novelista William Gibson en su libro publicado en 1984 Neuromancer: ‘Ciberespacio, una alucinación consensual, experimentada diariamente por miles de millones de operaciones, en cada nación, por niños a los que se enseñan conceptos matemáticos (...) Una representación gráfica de los datos extractados de los bancos de cada computadora en el sistema humano’”.*

Howard Rheingold<sup>9</sup>

*“El Ciberespacio tiene que ser un espacio abierto a todas y cada una de las culturas del mundo, aprovechando así toda la energía que ellas transmiten. Hemos de rechazar el concepto de Cibercultura si detrás de él se esconden criterios y postulados unidireccionales y excluyentes. Quizá a partir de ahora tendríamos que empezar a hablar de Ciberculturas en plural. Estaremos, entonces, delante de un verdadero espacio abierto a todo el mundo”.*

Ricard Faura i Homedes<sup>10</sup>

El mundo del arte se está apropiando de las nuevas tecnologías, en este continuo proceso van emergiendo una serie de posibilidades expresivas y poéticas que corren al receptor de su lugar pasivo, contemplativo al lugar de usuario. *“Si hablamos de los usos de las nuevas tecnologías en el arte contemporáneo, abrir la posibilidad de elegir cuándo jugar esos u otros roles [receptor o usuario] es la cuestión. Tanto o más que indagar en la estética formal de las obras capaces de plantear esas dudas existenciales en la era de la virtualidad inminente”*<sup>11</sup>. Los soportes de expresión y comunicación siempre llevaron en sí un potencial virtual que una vez interpretado apela a la experiencia y a la memoria, La muerte de Arturo de Malory, por ejemplo, escrita en manuscrito en 1470, utilizaba versiones en prosa y en verso de la leyenda de Camelot en inglés y francés, que a su vez provenían de siglos de narrativa oral, el proceso de virtualización esta más allá de la tecnología. Pero, es ahora donde esta virtualidad es el objeto de manipulación poética. Los novedosos dispositivos que nos permiten **augmentar** nuestra percepción de un entorno físico aportan, junto con las nociones de creación colectiva (propias de la influencia de las redes) los dos grandes paradigmas que creemos ampliarán los horizontes de la creación artística.

## Conclusión

*“Las transformaciones en nuestra psique, desencadenadas por los medios electrónicos hasta ahora pueden haber sido una mera preparación para cosas mayores por venir. La articulación del cambio parece estar conectada con esas máquinas que hemos creado y la clase de sociedad que estamos desarrollando con nuestras herramientas de información”.*

Howard Rheingold<sup>12</sup>

Una comprensión adecuada de la Cibercultura requiere un abordaje transdisciplinario: Internet y la Web con sus servicios, plataformas comunitarias que están revolucionando las posibilidades de transmisión de información y conocimiento; la expansión de las capacidades discretas de los ordenadores a nuestro entorno cotidiano y su capacidad de enriquecer nuestra experiencia dan cuenta de una serie de campos de conocimiento de lo más diverso: sociología, psicología, economía, informática, comunicación entre otras disciplinas que son necesarias para abordar estos complejos ámbitos emergentes, cada día más bastos e inexpugnables. Creemos que discutir una terminología conceptual clara nos permitirá centrarnos en el abordaje más adecuado de esta ecología cultural. Indagar en las recientes etimologías de algunos conceptos, no perder de vista su utilización, nos ayudará a un intercambio interdisciplinario que necesitamos para vislumbrar los nuevos paradigmas emergentes, tanto científicos como culturales de un futuro, cada día más cotidiano.

---

## Referencias bibliográficas

- 1 Douglas C. Engelbart (Oregon, Estados Unidos) es un inventor estadounidense, descendiente de noruegos. Es conocido por inventar el *mouse* de computadora, y es un pionero de la interacción humana con las computadoras, incluyendo la interfaz gráfica de usuario, el hipertexto y las computadoras en red. Engelbart recibió un título de grado en ingeniería eléctrica de la Oregon State University en 1948, un título de grado en ingeniería de la Universidad de Berkeley en 1952 y un doctorado de UC Berkeley en 1955.
- 2 Howard R. Texto originalmente publicado en el catálogo de ArtFutura, 2004: <http://www.artfutura.org/02/04rheingold.html>
- 3 Carpio, A.P. *Principios de Filosofía*. Buenos Aires: Glauco, 1997.
- 4 Howard R. *Realidad virtual*. Barcelona: Gedisa, 1994.
- 5 Derrick de Kerckhove. *La piel de la cultura*. Barcelona: Gedisa, 1995.
- 6 Janet H.M. *Hamlet en la holocubierta*. Paidós. Barcelona. 1997.
- 7 Milgram, P. y Kishino. *A taxonomy of mixed reality visual displays*. IEICE (Institute of Electronics, Information and Communication Engineers) Transactions on Information and Systems, Special issue on Networked Reality, Dec. 1994.
- 8 Pierre L. *Qué es lo virtual?* Barcelona: Paidós, 1998.
- 9 Howard R. *Op. cit.*
- 10 *Cibercultura, realidad o invención?* -[http://www.naya.org.ar/congreso2000/ponencias/Ricard\\_Faura.htm](http://www.naya.org.ar/congreso2000/ponencias/Ricard_Faura.htm)- Abril 2007
- 11 “Laboratorios de estética digital”, en Perfil, Argentina, 12 de agosto de 2007. Sección “Cultura”.
- 12 Howard R. *Op. cit.*



---

## DIEGO PIMENTEL

Profesor titular de la Carrera de Artes Multimediales del IUNA. Estudió arquitectura en la UBA, orientándose desde mediados de los 90 al estudio de la comunicación visual y su impacto en las interfaces. Dirige Simplestudio ([www.simpleweb.ws](http://www.simpleweb.ws)), junto a Andrés Sobrino y es consultor de diseño digital y tecnologías interactivas.

Coordinador del Posgrado de Diseño Digital de la UBA, es además, docente de grado y posgrado en UBA y UADE. Desempeñó tareas de consultoría y dirección en los *websites* de importantes instituciones educativas de la Argentina y ha dirigido proyectos para empresas multinacionales y PYMES.

# Infodiseño

## Cultura digital y diseño de información

Diego Pimentel

### De qué diseño estamos hablando

El diseño es algo que se nutre del arte, la cultura y la tecnología contemporánea. Hay un diseño del Medioevo, otro del Renacimiento, otro de la Modernidad y también otro de la Posmodernidad. Esto sucede porque existen diferentes valores tecnológicos, culturales y artísticos en cada instancia. Las disciplinas de diseño que conocemos convencionalmente nacen en la Modernidad, al calor de la Revolución Industrial, sin embargo, son herederas de la tradición del arte y de la arquitectura principalmente.

A su vez, el diseño no es solamente cultura, arte y tecnología. La economía ya representaba un valor en la Grecia clásica (*eikonon*), y este concepto reaparece en la Modernidad cuando se habla de “economía de recursos”. Se vuelve sobre el tema, en un sentido material, pero, también en un sentido estético. Menos es más. A la economía de los recursos estéticos se le suma el valor de la planificación, propio de la economía como ciencia social. Sin planificación no hay un buen producto de diseño.



Figura 1:  
Pabellón alemán en la exposición internacional de Barcelona de 1929, Ludwig Mies van der Rohe. El autor diseña el espacio y el mobiliario, en donde aparecen los famosos “sillones Barcelona”, muy de moda hoy en día, muchas personas desconocen que fueron diseñados en 1929.

Desde lo tecnológico, hay una palabra que le otorga particularidades al diseño: la ergonomía, que estudia la relación del cuerpo humano con los objetos y su contexto. A su vez, en el mundo digital la ergonomía produce dos nuevas palabras: la *usabilidad* y la *accesibilidad*. Es decir, tenemos que hacer de nuestro diseño, algo que sea entendible, fácil de usar y a su vez que la mayor cantidad de personas acceda a él. Si bien dentro

de la usabilidad existen autores que hablan de ella en un sentido recetario y cerrado o bajo ópticas meramente cuantitativas, resulta importante entender estos conceptos desde un lugar más abierto, lo que implica pensar al diseño de información como un sistema complejo, de variables amplias, con un sentido social y un espíritu democratizador de los datos que contiene.

### Utilitas / Firmitas / Venustas

En el siglo I a.C. un tratadista del arte y de la arquitectura llamado Vitrubio trató de definir qué era arquitectura y qué no, y llegó a la conclusión de que había tres ejes fundamentales para estudiar cualquier obra: *utilitas*, *firmitas* y *venustas*. La *utilitas* es la función, la *firmitas* es la constructibilidad y las *venustas* es la belleza. Recientemente en un libro publicado en el 2002, Paul Mijksenaar analiza productos de diseño industrial y gráfico contemporáneos desde estos mismos tres ejes.

Estos siguen siendo valores esenciales en el pensamiento del diseño. Si no hay función, no hay diseño. Si no hay una forma de construir esa función, no hay diseño, es decir, si tengo ideas brillantes quizá sea un excelente pensador, pero, puedo resultar incapaz de plasmar esas ideas en el mundo real. Realidad Virtual en el diseño digital o Realidad Física en el mundo material del diseño industrial, gráfico o arquitectónico. Si no puedo desarrollar la “*firmitas*” no voy a poder construir el objeto (o proceso) de diseño.

El tema de la “*venustas*” resulta controversial y absolutamente subjetivo, es decir, cuándo algo es bello y cuándo no lo es, representa una cuestión filosófica en discusión constante. Para el mundo griego la belleza era una, existía un “canon”. El artista tenía que ir en busca de ese canon. Hoy resulta imposible ponernos de acuerdo en este punto de vista de la “*venustas*”, sin embargo me pregunto si hacer algo que tenga una función y se pueda construir, pero, que no aporte ningún valor bello puede constituirse de por sí en un producto de diseño. Aunque la belleza sea un problema de subjetividad, no se puede negar que la sociedad le pide al diseño productos bellos, útiles y duraderos. En un punto, Vitrubio tenía razón.

## Palabra-imagen

La información es etérea. No existe en un lugar físico específico, sin embargo, sirve para modificar la realidad física que nos contiene. La abstracción del lenguaje es también un elemento etéreo del cual se vale el diseño de información. Lenguaje que se interpreta como imágenes o imágenes capaces de producir lenguaje.

Voy a citar a dos autores que no provienen de lo tecnológico para entender que el diseño de información se nutre de problemas planteados por el arte, la cultura y la tecnología en un sentido amplio. Vamos a jugar con un efecto *moebius* en el cambio de estado entre dos instancias, el lenguaje escrito y el lenguaje visual.

Comencemos por el mundo de lenguaje poético, con Ítalo Calvino y el concepto de *visibilidad*. En su libro *Seis propuestas para el próximo milenio*, este autor habla de la visibilidad no como la capacidad de conocer a través de la observación del mundo, sino a la capacidad de *imaginar*. En el texto de Calvino, se mencionan dos referentes contextuales, Dante Alighieri y Jorge Luis Borges, para profundizar la relación establecida entre la palabra y la imagen.

En la literatura, la palabra se convierte en imagen, mientras que en la pintura la imagen puede transformarse en palabra. La crítica de pintura o bien la mera opinión, cuando alguien le cuenta a otro alguna cosa que ve, estamos convirtiendo en palabras lo que antes eran imágenes. La dialéctica existente entre la palabra y la imagen representa un problema directo de la comunicación visual. La imagen deviene en verbo y viceversa.

Para valerse de un ejemplo de la literatura clásica, Calvino cita a *La Divina Comedia*, como un ejemplo en donde Dante estaba convencido que hablaba con Dios a través de su imaginación.

En los versos “*Oh fantasía que, de cuando en cuando, /arrebata al hombre de tal suerte /Que no oyera mil tubas resonando*” alude a la relación que el autor tiene con la inspiración, sin embargo, más adelante especifica que esa inspiración no es azarosa, sino que tiene un sentido específico, cuando dice “*¿Quién, sino es el sentido, ha de moverte? /Muévete aquella luz que el cielo sella, /por sí o por el querer de quien la vierte*”. Es decir, Dios le contaba a Dante en sus sueños cómo era el Cielo y el Infierno y de esta manera, él pudo *iluminarse* para escribir *La Divina Comedia*. De esta manera, Dante define a la imaginación como la Alta fantasía. Y la fantasía no era caprichosa, sino que existía un diálogo, una “iluminación” divina por parte de Dios sobre el sueño del poeta, que lo obligaba a plasmar esas imágenes mentales del verbo en la obra.

**O imaginativa che ne rube  
Talvolta sí di fuor, ch'om non s'accorge  
Perché dintorno suonin mille tube,  
chi move te, se 'l senso non ti porge?  
Moveti lume che nel ciel s'informa  
per sé o per voler che giú lo scorge.**

[Oh fantasía que, de cuando en cuando, /arrebata al hombre de tal suerte / que no oyera mil tubas resonando, / ¿Quién, si no es el sentido, ha de moverte? / Muévete aquella luz que el cielo sella, / por sí o por el querer de quién la vierte. ]

Figura 2:  
Dante Alighieri, Fragmento de *La Divina Comedia*. 1304/1321(?).

Por otro lado, Borges plantea una relación entre las imágenes y el lenguaje en clara alusión al Romanticismo en una serie de cuentos en su libro *El Aleph*, especialmente a uno de sus referentes: Coleridge. En “La flor de Coleridge”, Borges cuenta que éste en uno de sus retiros al campo, sueña con un jardín en donde toma una flor; hasta ahí el cuento es un típico cuento romántico donde aparecen personajes en relación contemplativa de la naturaleza. El problema es que al despertar, éste tiene la flor en la mano, ¿Entonces qué? Se pregunta Borges. Comienzan a establecerse relaciones entre la realidad y la irrealdad en ese espacio onírico. El *sueño*, que durante el romanticismo aparece como inspirador, aparece en otro de los cuentos de *El Aleph*: “El sueño de Coleridge”, donde se plantea la historia de un personaje que sueña con la fortaleza del Kublai Khan. Cuando este personaje se despierta puede explicar cómo era esa fortaleza de una manera perfecta, reconociendo sus recorridos y su estructura laberíntica. Sin embargo, el personaje nunca había viajado a esa fortaleza, ya que la misma había existido en otro tiempo y en otro espacio. Entonces ¿cómo pudo reconocerla?

La imaginación en el caso de Dante inspira al autor de una obra literaria para convertir su obra en un legado religioso de una estructura conceptual del Cielo, el Infierno y el Purgatorio. En el caso de Borges, éste se mete con el sueño como motor de desplazamiento del hombre entre dos realidades.

## Imagen-palabra

Pasemos de la imagen a la palabra. Vamos a plantear un caso citado por varios autores de la Realidad Virtual: la perspectiva. La forma de ver la realidad del renacimiento se asocia con la forma de entender el espacio según es percibido por el ojo humano. La perspectiva “copia” la forma en que el ojo ve el espacio que lo rodea y, a su vez, representa una figuración para la posteridad, como una forma de ver el mundo por parte de la temporalidad en donde ésta es creada. Sin embargo, el espacio de la perspectiva es una forma de ver tan arbitraria como

cualquier otra. En esta obra de Bellini, de 1505 (Figura 3), ayudada por la forma de representación de la perspectiva, se inventa una suerte de Realidad Virtual: uno ve a Cristo y a la Virgen con un aspecto florentino, la acompañan santos de distintas épocas, reunidos en un lugar imaginario: San Pedro del siglo I, Santa Lucía del siglo IV, San Jeromé del siglo V y Santa Catalina del siglo XIV. Sin la necesidad de la tecnología del Photoshop, también un Papa o un mecenas podrían aparecer al lado de Dios, a imagen y semejanza, como representación simbólica y como manifestación de poder. Con la perspectiva, un famoso se puede fotografiar con Dios.



Figura 3:  
Bellini, Giovanni: *Virgen con santos*, 1505.  
Pintura de altar: óleo sobre tabla, *transfer* sobre lienzo. 402 x 273 cm.  
Iglesia de San Zacarías, Venecia.

Para contrarrestar la visión del Renacimiento de la perspectiva, acudamos a la Modernidad, en donde aparecen personajes como Mondrian, quien comenzó a pintar árboles desglosando estos en figuras geométricas puras (Figura 4). A cada momento generó ángulos más rectos, hasta que llegó a composiciones ortogonales, perfectas. En la Figura 5 podemos ver cómo el autor concebía a la ciudad de Nueva York. Esta imagen no es para Mondrian una representación abstracta, sino una instancia de representación de la ciudad, según como es interpretada por él.

Estos ejemplos pictóricos fortalecen el concepto de la “visibilidad” y tornan a este valor imprescindible para un diseñador que debe representar ideas en esquemas, información con profundidad y complejidad, pero de una manera simple. Dante ve a Dios y cuenta cómo es el Cielo y el Infierno, Borges plantea que en

los sueños uno puede transportarse en el tiempo y el espacio, quebrando barreras y generando imágenes que puede volver a contar. Bellini inventa una María y un Cristo florentinos, mientras que Mondrian “retrata” según su tamiz mental la estructura urbana de una ciudad. Todas son realidades representadas a partir del arte, que tienen una fuerte relación entre la palabra y la imagen.



Figura 4 :  
Piet Mondrian, *Gray Tree*, 1911, óleo sobre tela, 78.5 x 107.5 cm  
Haags Gemeentemuseum, La Haya.

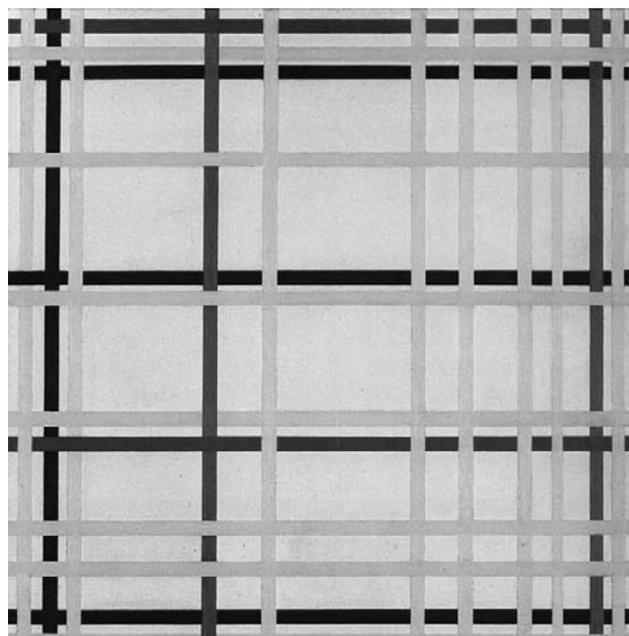


Figura 5:  
Piet Mondrian, *New York City*, 1941-42, óleo sobre tela, 119 x 114 cm  
Centro Georges Pompidou, París.

## Lo proyectual

Me parece importante completar el pensamiento de Calvino con el de Bruno Munari y lo que este último define como *proceso proyectual* (Figura 6), para intentar ubicar cuál es la instancia del diseño en donde se alude a la imaginación y notar que existen otras etapas que acompañan a ésta, para poder plasmar sistemáticamente el producto de diseño.

Problema creatividad y solución. En el problema está la solución y uno tiene que operar con cierta creatividad para encontrarla. Si bien existe la creatividad (en donde se plasma la imaginación) como palabra clave en el proceso, el autor le da una importancia mayor al problema y la solución ubicándolas en los extremos del proceso.

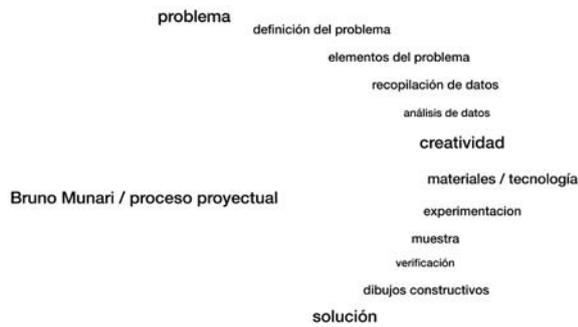


Figura 6: Diagrama del proceso proyectual, Bruno Munari, del libro *Cómo nacen los objetos*, publicado por Gustavo Gili, México, 1993.

Para Munari, en cualquier problema de diseño, primero se debe entender qué se debe resolver, analizar las partes de esos elementos y, luego, plantear ideas creativas. A su vez, hay materiales y tecnologías que permiten una experimentación, esa experimentación va a generar una muestra; a esa muestra vamos a verificarla con el usuario y, luego de esta verificación se documenta la obra a construir. Esta lógica proyectual de Bruno Munari que presenta algunos matices más complejos en la esfera del diseño digital, hay que entenderla complementándola con “la visibilidad” de Calvino, entendiéndolas viables desde la arquitectura al diseño gráfico, industrial, indumentaria, textil, imagen y sonido, paisaje, multimedia, etc.

### Ejemplos del diseño de información

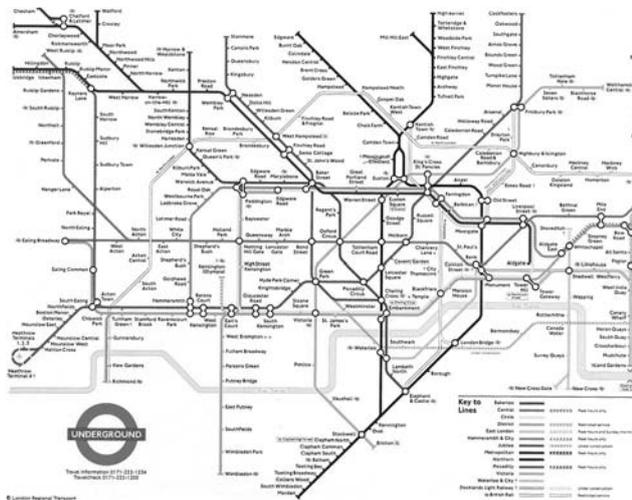
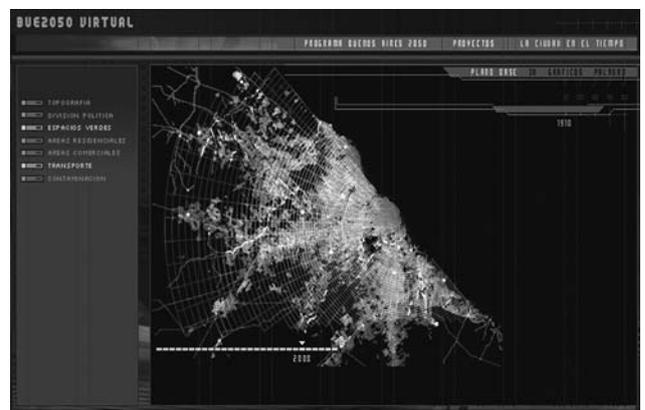
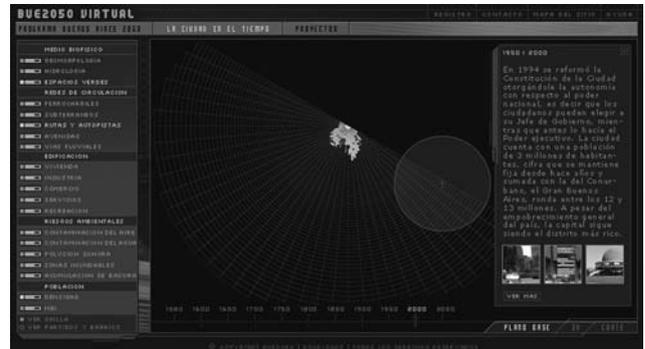


Figura 7: Metro de Londres, diseño de Harry Beck, 1933.

Uno de los ejemplos vernáculos de diseño de información está representado por las estaciones de metro de Londres (Figura 7). Este ejemplo utiliza un esquema claro, identifica un color para cada línea de metro, geometriza el recorrido del río Támesis y elige una tipografía muy simple inscrita en un logotipo de un grado de síntesis muy alto. El mapa del metro no tiene que ver necesariamente con el mapa real de la ciudad de Londres. Esta operación sirve para entender con precisión cómo llegar a algún destino en una ciudad muy compleja. Este diseño de 1933 ha sido copiado y replicado en muchas ciudades a posteriori, de hecho, el lector observará que el metro de Buenos Aires presenta un esquema similar más de 60 años después.

En el entorno digital vamos a mencionar un ejemplo experimental de diseño de información. BAVirtual 2050 fue un proyecto en el marco del Posgrado de Actualización en Diseño Digital que planteó la necesidad de generar una interfaz para un usuario que participe de foros, opiniones e imagine cómo sería Buenos Aires en el año 2050. Para poder opinar, el usuario contaba con un conjunto de información distribuida en áreas temáticas que versaban desde lo físico a lo político. Frente a esa estructura, el usuario podía seleccionar artículos, guardarlos, comentarlos y subir imágenes de cómo considera que sería Buenos Aires.



Figuras 8 y 9: Interfaz del sitio web BAVIRTUAL2050. PADD/FADU/UBA. Estudiantes: Yanina Canosa, María Victoria Comas, Cecilia Perriard, Manuela Verrier.

La forma de entender Buenos Aires en esta interfaz trasciende las imágenes obvias del Obelisco y el tango, para pasar a un nivel más amplio de abstracción, en donde, por un lado, se toma el borde del Río de la Plata como un borde físico importante desde donde *crece* la ciudad (Figura 8) y de esa forma se articula la manera *física* de representación geográfica en esta interfaz. Así mismo, los proyectos de distintas temáticas podían observarse con distintos colores en otro esquema que se desprende de la lectura física del mapa (Figura 9), sin atarlos a la prefiguración de la ciudad real, por el otro.

El diseño de información se nos presenta de esta manera como una disciplina en la cual se toman de la mano los saberes vernáculos del arte y la arquitectura, el pensamiento proyectual, las necesidades ergonómicas y el problema de la percepción. La forma de apropiación de la información se aleja cada vez más de una relación lineal usuario-información, para volverse una trama en donde el hipertexto configura relaciones complejas para este usuario-interactor. Si olvidamos la relación entre el contenido y la forma de expresarlo, su contexto e identidad, éste dejará de ser diseño de información para convertirse en meros dibujos sobre un plano o sobre un mapa de *bits*.

---

## Referencias bibliográficas

1 “Menos es más”, frase atribuida al arquitecto alemán Ludwig Mies Van der Rohe, director de la Bauhaus en su última etapa. Con posterioridad al cierre de esta escuela por Hitler en 1933, emigra a Estados Unidos. Mies sigue siendo hoy en día una referencia obligada para el diseño y la arquitectura “minimalistas”.

2 El referente más controvertido de la “usability” es Jakob Nielsen, autor de Usability Engineering en 1990 y, más tarde del conocido libro *Designing web usability*, editado en 1999 por New Riders.

3 Calvino, Í. *Seis propuestas para el próximo milenio*. Madrid: Siruela, 1992. Este libro es publicado por la esposa de Calvino, quien falleciera en 1985 antes de escribir la sexta propuesta del libro, titulada “Consistencia”.

4 Borges, J.L. *El Aleph*. Buenos Aires: Emecé, 1949.

5 Para profundizar este concepto se puede observar las reflexiones de Tomás Maldonado en *Lo real y lo virtual*. Barcelona: Gedisa, 1995.

6 Buenos Aires 2050 como programa madre está dirigido por la Arq. Margarita Gutman, con sede en FADU. El equipo de trabajo que asistió al PADD estuvo conformado por los arqs. Horacio Caride y Martín Gómez. Fueron invitados a exponer en este programa los profesores Andrea Saltzman, Sergio Forster, Martín Marcos y Ricardo Blanco. El trabajo mostrado es resultado del *workshop*, dirigido por Arturo Montagu, Martín Groisman y Diego Pimentel.



---

#### CHRISTIAN PARSONS

Artista, diseñador y programador. Desarrolla interfaces audiovisuales y físicas. Trabaja en diseño de instalaciones, objetos y espacios interactivos, diseño de puesta en escena digital, programación de videojuegos e investigación académica.

Estudió Diseño Audiovisual en la Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo de la Universidad de Buenos Aires.

Su trabajo ha sido distinguido en diversas oportunidades con premios y becas y ha sido presentado en el ámbito nacional e internacional. Vive y trabaja en Buenos Aires.



---

#### DIEGO JAVIER ALBERTI

Artista visual. Desarrolla su trabajo utilizando soportes y medios electrónicos. Es editor, músico y programador. Desarrolla sus propios circuitos electrónicos y *software* para producir imágenes y sonido.

Actualmente se encuentra participando del taller de Arte y Tecnología en el MediaLab del Centro Cultural de España en Buenos Aires.

Forma parte del Proyecto de Investigación “Tangible” sobre nuevas interfaces de control y realidad virtual en IUNA coordinado por Ing. Emiliano Causa y del proyecto “Morfologías Audiovisuales” en FADU, UBA coordinado por la diseñadora Verónica Vitullo.

# Proyecto Tangible

## Desarrollo de una aplicación para el control de un sintetizador por medio de una pantalla sensible al tacto

Christian Parsons y Diego Javier Alberti

### Palabras claves

Pantalla sensible al tacto multipunto, síntesis granular, síntesis FM.

### Resumen

El siguiente documento es una descripción del trabajo de investigación realizado en el marco del proyecto de investigación "Tangible", llevado a cabo en el IUNA durante los meses de agosto a noviembre de 2007, realizado por Christian Parsons y Diego Javier Alberti bajo la dirección del Ing. Emiliano Causa.

En estos párrafos se explicarán las problemáticas encontradas al respecto de la implementación de una aplicación didáctica en torno a un sintetizador sonoro virtual y su interfase gráfica de control desarrollados para un sistema de pantalla sensible al tacto, multipunto, de tela elástica desarrollada por el Ing. Causa y otros.

Se contemplarán las aproximaciones más relevantes al objetivo del proyecto, los problemas y reflexiones más pertinentes surgidas durante el desarrollo de esta investigación y se mostrarán y detallarán varias implementaciones funcionales del sistema desarrollado.

### 1. Introducción

En la actualidad, las pantallas sensibles al tacto son un suceso tanto en el ámbito artístico como en el comercial. Si bien, ya existían pantallas sensibles al tacto desde hace décadas (en cajeros automáticos, por ejemplo) estas pantallas eran capaces de responder a un solo cursor (punto de contacto) a la vez.

Un nuevo esquema de diseño elaborado de forma abierta por Jefferson Y. Han, Consultant Department of Computer Science Courant Institute of Mathematical Sciences New York University, derivó en cientos de proyectos de todo tipo. Dado que la tecnología que implementa es relativamente económica y fácil de conseguir e implementar, muchos estudiantes,

diseñadores y artistas en general han podido desarrollar con éxito sus propias pantallas sensible al tacto. La diferencia fundamental entre este nuevo diseño y las versiones antiguas de pantallas sensibles, es que esta última permite la captura de múltiples puntos de interacción (capacidad multipunto) y extiende la dimensión de la pantalla de unas pocas pulgadas a varios metros.

### 2. Objetivos

#### 2.1 Pantalla sensible al tacto

Una de las diversas variaciones del esquema de Han, deviene en la utilización de una tela elástica como soporte de la imagen y plataforma de sensado / interacción. Un ejemplo de utilización de este tipo de pantallas es el proyecto Khronos Proyector de Álvaro Casinelli, en el que se basa el prototipo sobre el cual trabajamos y al que denominamos "Pantalla Tangible". El esquema es el siguiente: una pantalla de tela montada en un bastidor es iluminada por detrás utilizando luz infrarroja. Una cámara sensible a este tipo de iluminación se encuentra emplazada paralela a la luz infrarroja capturando una imagen completa de la pantalla. Junto a la cámara se encuentra instalado un proyector de video cuya imagen proyectada coincide con la pantalla.

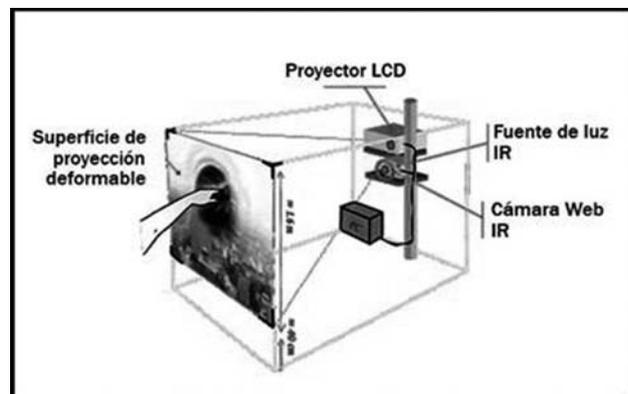


Figura 1:  
Esquema Khronos Projector  
fuente: [www.k2.t.u-tokyo.ac.jp/members/alvaro/Khronos/](http://www.k2.t.u-tokyo.ac.jp/members/alvaro/Khronos/)

Al apoyar un objeto (un dedo por ejemplo) sobre la cara frontal de la pantalla, la tela se deforma produciendo una sombra que es registrada en la imagen capturada por la cámara.

Esa imagen es luego procesada y analizada por un *software* que devuelve una visualización tal, cuya respuesta se encuentra en concordancia con la posición donde se tocó la tela. Al estar la retro-proyección en el espectro visible, la imagen que se produce no interfiere con la sombra producida por la luz infrarroja.

Al posicionar un dedo sobre la pantalla se genera un elemento de *software* llamado “Puntero”. El *software* detecta un puntero por cada dedo en contacto con la superficie de sensado y se encarga de mantener la concordancia entre ese dedo y ese puntero a lo largo del tiempo en el que el dedo se mantenga apoyado en la pantalla. El funcionamiento de los punteros es análogo a los estados de un *mouse*, pero, se suman las características multi-puntero:

- **Puntero creado:** se produce en el instante en el que el usuario hace contacto sobre la pantalla, creando un puntero.
- **Puntero activo:** se produce mientras exista el puntero, dando la posibilidad de obtener las coordenadas x, y del puntero (las cuales varían cuando el usuario mueve el puntero).
- **Puntero destruido:** se produce en el instante en el que el usuario deja de hacer contacto sobre la pantalla, destruyendo el puntero.

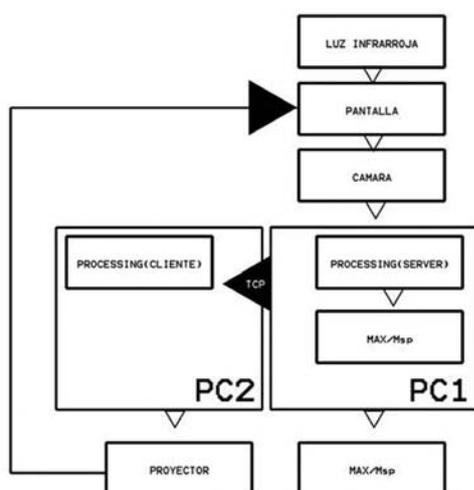


Figura 2: Esquema de Conexiones: dos PC conectadas por red Lan una corriendo el sistema de captura de cámara y el sistema de sonido y la otra generando la imagen.

## 2.2 Una aplicación sonora de la pantalla sensible al tacto: descripción de la aplicación a desarrollar

Con el objetivo de diseñar una aplicación educativa para el dispositivo “Pantalla Tangible”, comenzamos entonces a explorar las diversas posibilidades para realizar una interfase visual manipulable en tiempo-real que permita el control de un sistema de generación de sonidos (un sintetizador).

Puesto que controlar un sintetizador habitualmente requiere la manipulación de decenas de parámetros al mismo tiempo, se torna pertinente como objeto de estudio la aplicación del dispositivo “Pantalla Tangible” a este tipo de problemática. Gran parte de la riqueza expresiva de un sintetizador (y de cualquier otro instrumento musical) deviene de la manipulación particular que se logre de sus parámetros, de ahí la necesidad de generar un sistema visual de control en el que todos los parámetros sean visibles en el mismo instante y que brinde la posibilidad de intervenir y modificar cualquiera de ellos (o varios a la vez).

Cuando hablamos de sintetizador nos referimos a un sintetizador virtual; un programa de computadora diseñado para producir un cierto sonido/tono.

En relación con la generación de sonido por computadora, este tipo de práctica implica la transformación de material sonoro y la consecuente creación de su forma a partir de procesos lógico-matemáticos ejecutados por el ordenador. En este sentido la relación con el ser humano a través de la interfase humano-computadora (HCI: *human computer interaction*) se presenta como un terreno fructífero para la investigación con referencia a la creación sonora y musical.

Las disciplinas que trabajan con el sonido se han visto fuertemente impactadas por los procesos computacionales; dentro de este marco es necesaria la generación de conocimientos sobre el lugar que ocupa la intervención humana sobre la creación en cuanto a la relación del cuerpo con la herramienta en la producción estética (*aishtetike* y *aesthesis*, como lo relativo a la sensación y la percepción). La pregunta que surge desde esta óptica es: ¿cómo interviene físicamente el cuerpo sobre la creación del sonido en los procesos computacionales? A partir de este interrogante comienzan a surgir posibles relaciones entre la interfase computacional y el “instrumento musical”. Este último cuenta con suficientes antecedentes al respecto (relación que puede ser también entendida en términos de humano-herramienta), de donde es posible extraer conceptos de importancia para el desarrollo de esta investigación.

Siguiendo estas premisas, el presente trabajo derivó en el logro de un sistema de interrelaciones compuesto por los siguientes elementos: Sonido - Imagen - Gesto. De esta manera la relación física cuerpo-instrumento se abordará desde diversos ángulos: la percepción sonora, la percepción visual y la percepción háptica.

En ese sentido decidimos abordar el desarrollo de esta aplicación en la producción del sonido a partir de la imagen, y no a la inversa. Podemos decir entonces que se trata de una “sonificación de lo visual”.

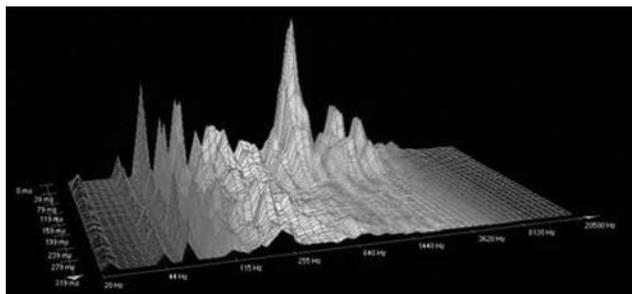


Figura 3:  
El eje vertical (y) representa el paso del tiempo, el eje horizontal (x) la frecuencia y la altura representa el intensidad.

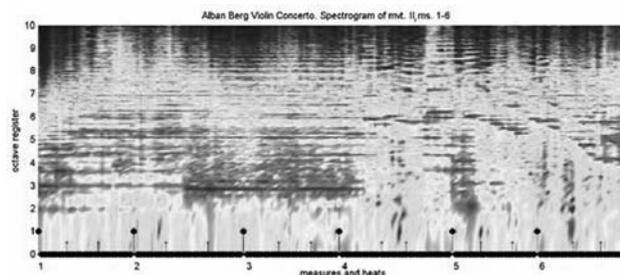


Figura 4:  
En este caso, el eje x representa el paso del tiempo, en y se representa la frecuencia y el tono indica la intensidad de ese sonido.

### 3. Primera aproximación: una aplicación de síntesis granular

#### 3.1 La síntesis granular: El problema de los parámetros

La primera aproximación consistió en desarrollar una interfase para un sintetizador granular. La síntesis granular es el proceso por el cual se obtiene un sonido tonal a partir de la reproducción de pequeños fragmentos inarmónicos de sonidos encadenados. Tomando una muestra de sonido y modulando su amplitud en un tiempo que está en el orden de los 50 milisegundos, se extrae una porción de sonido que se denomina “grano de sonido”. Esa porción puede provenir de una fuente en vivo o de una grabación y su duración es tal que, si se lo reproduce por sí solo aun se puede percibir la característica tímbrica del sonido del cual fue extraído, pero a su vez, se pierde la percepción tonal de ese sonido (no se puede diferen-

ciar una altura, se lo percibe como un impulso). Es decir, como si se estuvieran tomando pequeñas muestras de sonido que tienen un carácter molecular: por su duración (tamaño) no puede ser dividida (separada en sus componentes) puesto que se perderían sus características intrínsecas. La forma en que esa modulación es aplicada se denomina “ventana”. La forma que tenga esta ventana modifica la componente armónica de ese sonido.

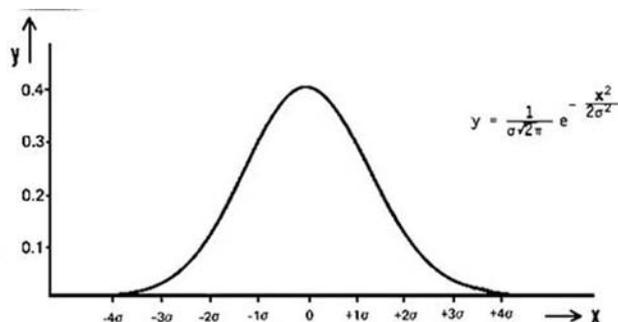


Figura 5:  
Ventana Gaussiana.

El encadenamiento de muchos granos de sonido a una determinada velocidad provoca un efecto perceptivo de integración en donde, entonces, sí comienza a percibirse esos granos como un tono continuo. La regularidad o irregularidad en la cadencia de reproducción y en el tamaño y procedencia de esos granos de sonido son los que determinan las características elementales del sonido producido.

Comenzamos entonces a explorar este tipo de sonoridad utilizando el programa *Open Source* “Granulator” que es un sintetizador granular virtual completo (con todos los parámetros necesarios para poder generar sonidos de cierta riqueza expresiva, formal e incluso musical) y, que además, permite ser controlado vía MIDI. Este último punto es vital, puesto que se requería una forma simple de conectar la interfase visual con el generador de sonido. El protocolo MIDI puede ser implementado tanto a nivel del *software* como a nivel *hardware* lo que nos permite llegado el caso poder tener procesos distribuidos en diferentes máquinas (una corriendo la aplicación visual y otra corriendo el sintetizador, ambas computadoras conectadas vía MIDI).

El estándar MIDI (Musical Instrument Digital Interfase) es un protocolo y un estándar de *hardware* industrial que surge a principio de los años 80 con el objetivo de ofrecer interconectividad entre diversos instrumentos musicales electrónicos de diferentes compañías y fabricantes. Se trata de un protocolo serial en el que se establecen datos relacionados con la nota ejecutada, la presión con la que fue pulsada una tecla y diversos controladores continuos que hacen a la *performance* de estos instrumentos.



Figura 6:  
Captura de pantalla. Granulator. Fuente: <http://nicolasfourmel.com/>

### 3.2. Diseño de una interfase gráfica para el control de la síntesis granular

Se creó un primer prototipo de aplicación táctil-visual (“aplicación”, en el sentido de un programa informático) para la generación de sonido mediante síntesis granular. El diseño de este prototipo se construyó sobre la base de la representación del sonido mediante la idea de “objeto” que ocupa espacio, entendiendo la palabra objeto como “lo que posee carácter material”.

La representación de un sonido como un objeto que ocupa espacio resalta ciertas características físicas que nos acercan a uno de los objetivos buscados en esta instancia: crear una interacción que se relacione estrechamente con la percepción del espacio. Así, se logra entrelazar las ideas de Sonido y Espacio. Esta metáfora espacial/objetual utilizada para el diseño, brinda la posibilidad de ser desarrollada en la generación del sonido, sumando la variable de la espacialización.

De esta forma, el prototipo se basa en la representación de un objeto visual que mapea los parámetros sonoros.

Dicho objeto se despliega gráficamente en pantalla según una representación espacial en tres dimensiones. Este tipo de representación gráfica implica técnicamente operaciones matemáticas para la proyección de objetos tridimensionales sobre la superficie bidimensional de la pantalla (perspectiva como una de las formas de proyección gráfica) y diversas operaciones de transformación en un espacio de coordenadas tres dimensiones.

La figura visualizada en pantalla consiste en un conjunto de nodos o vértices que, organizados inicialmente al azar, construyen una forma geométrica. Esta geometría es transformable según diversos parámetros, los cuales son configurables en tiempo-real por el

usuario a partir de determinados gestos de interacción táctil con la pantalla. De este modo se construyen las relaciones entre lo sonoro, lo visual y lo táctil, sumando a este conjunto el sentido de lo espacial.

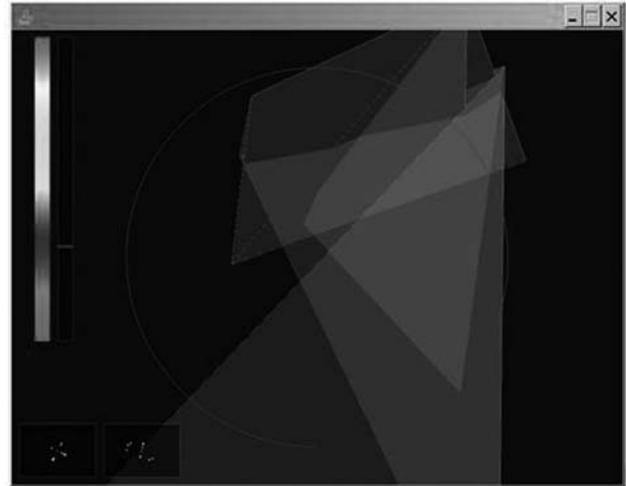
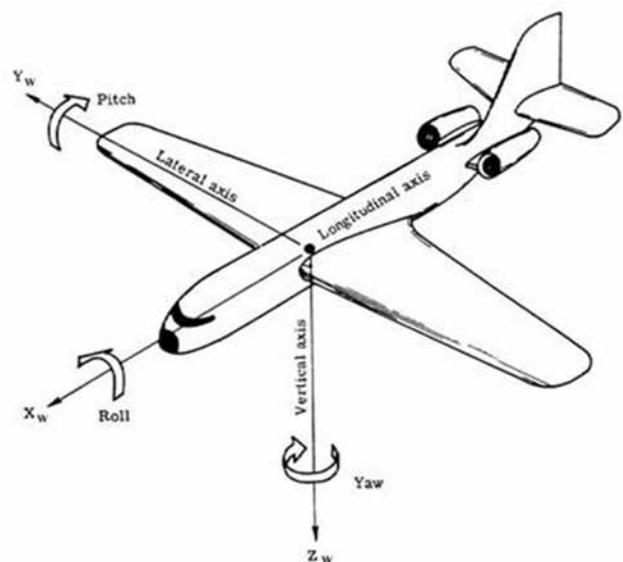


Figura 7:  
Ejemplo de objeto sonoro.

Los parámetros controlados en la interfase son los siguientes:

Rotación del “objeto” en tres dimensiones:  
Las operaciones de rotación en espacios tridimensionales se pueden llevar a cabo con diferentes técnicas. La programación de este prototipo se basa en el método de Ángulos de Euler. Se utilizan tres ángulos para determinar la orientación de un objeto en el espacio: *yaw*, *pitch* y *roll*. Ésta nomenclatura proviene de la Aeronáutica, donde los utilizan para denominar las rotaciones de un avión. El ángulo de *pitch* rota el objeto sobre el eje Y, el de *roll* sobre el eje X, y el ángulo *yaw* sobre el eje Z, como se puede ver en la siguiente imagen:



En el prototipo se utilizan dos ángulos de Euler: *pitch* y *yaw*. Estos dos parámetros son configurables mediante la ubicación de un puntero en la pantalla a modo de *trackball* (ante la situación *multitouch*, se selecciona el puntero que se encuentra sobre el objeto propiamente dicho para definir estos ángulos). Desde el punto de vista de la programación, se realizan cálculos para transformar el movimiento del puntero en dos dimensiones y traducirlos a dos ángulos, haciendo corresponder los movimientos en los ejes x, y (correspondientes al ancho y alto de la pantalla) con los ángulos pitch y roll del objeto en tres dimensiones.

Los valores de los dos ángulos son mapeados modificando la “densidad de granos” y la “duración de la ventana” en el audio.

**Escala del objeto:** configurado mediante un elemento de interfase gráfica (GUI: *graphical user interface*), a saber: un *slider* vertical. Este valor es mapeado modificando el “pitch” en el audio.

**Color del objeto:** configurable con el mismo método del slider, mencionado en punto anterior.

Este valor es mapeado modificando el “cutoff” en el audio.

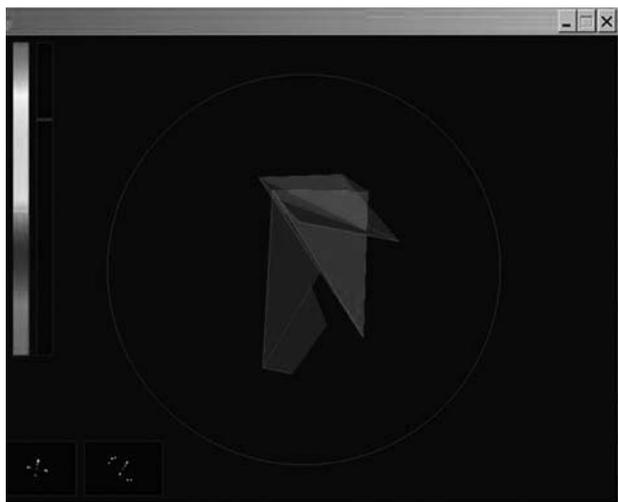


Figura 8: screenshots de la aplicación en funcionamiento.

En la imagen se puede ver la representación del objeto sonoro, los dos *sliders* y dos “viewports” (abajo a la izquierda). Los *viewports* muestran proyecciones ortográficas del objeto tridimensional. Siguiendo las coordenadas que se muestran en la Figura 8, dichas proyecciones se realizan sobre los planos YX y XZ (la pantalla corresponde al plano YZ, utilizando la perspectiva como proyección).

Aunque esta aplicación requería mayores desarrollos, se estimó realizar un cambio de dirección en el diseño general. A continuación se detallan algunas de las vetas posibles de esta línea de trabajo:

- Posición de los nodos: manejarlo mediante técnicas de “arrastrar y soltar” (*drag and drop*) utilizando los punteros.
- Incorporación del tercer ángulo de Euler (*roll*), utilizando una técnica *multitouch* de dos punteros simultáneos para transformar el ángulo entre sus posiciones sobre la pantalla bidimensional (x, y), en el ángulo *roll* tridimensional.
- Utilizar librerías de *software* de simulación de física newtoniana para definir los nodos del objeto, otorgando características de elasticidad, gravedad, inercia, fricción, masa y otros parámetros físicos. De esta forma se abren mayores posibilidades de relación entre las características materiales del objeto y las características materiales de la pantalla (tela elástica), en el manejo del sonido y la gestualidad.
- Profundización sobre el aspecto del objeto (materiales, texturas, iluminación) y el espacio (multiplicación de objetos que permitan relaciones espaciales entre sí formando un sistema sonoro-espacial).

Una primer versión del dispositivo fue realizada con éxito implementando este tipo de síntesis y fue expuesta en la presentación realizada en el Centro Cultural Recoleta en el marco de la 2<sup>das</sup> Jornadas Interuniversitarias de Arte Multimedia, los días 21 y 22 de agosto de 2007.

### 3.3. Disociación perceptiva entre la imagen y el sonido en la aplicación:

#### Descripción del problema

En esta implementación, descubrimos que existían dificultades en el proceso de traducción de lo visual a lo sonoro. El principal problema residía en el mapeo de los parámetros específicos de la síntesis granular. Es decir, que nos encontramos con una situación sumamente compleja de solucionar: encontrar un correlato visual que respondiese perceptivamente a los parámetros constitutivos del sonido producido específicamente por síntesis granular. No nos pareció en esa instancia apropiado relegar los parámetros más fundamentales de la síntesis granular en función de conseguir una implementación de pantalla tangible que funcionase como esperábamos. Parámetros como el “tipo de ventana” o la “estructura de reproducción” de los granos aparecían devaluados frente a cuestiones más evidentes, pero, menos pertinentes en este contexto (el de la síntesis granular) como ser la amplitud o la frecuencia del sonido producido. En este sentido, queda abierta la pregunta ¿es efectivamente realizable un sintetizador granular controlado por medio de una pantalla sensible multipunto? Siendo este

tipo de síntesis relativamente novedoso. (Las primeras implementaciones digitales de la técnica granular se deben a Curtis Roads, en 1974, en la Universidad de California en San Diego y; en 1981 en MIT; y a Barry Truax, quien desde 1986 aplica extensivamente la técnica en tiempo real con el sistema DMX-1000.). Tal vez haya que explorar nuevas interfases de control más complejas y novedosas que se adapten a este esquema de generación de sonido.

## 4. La elección de síntesis por Frecuencia Modulada

### 4.1 La síntesis por FM

Surgió entonces la idea de relacionar un sistema visual de anillos/elipses orbitándose entre sí para controlar un sintetizador del tipo FM. Puesto que la analogía (metáfora) entre los parámetros sonoros de la síntesis por FM y el desarrollo visual de esta interfase visual, aparecen muy evidentes; decidimos volcar nuestro trabajo en esta dirección. La síntesis por FM consiste en modular la frecuencia de un oscilador utilizando otro oscilador que trabaja en el rango de audiofrecuencias. Es decir, modular una señal sonora con otra señal sonora. Lo que se resolvió, fue implementar un sintetizador de FM de seis operadores (osciladores digitales senoidales), cada uno representado por un objeto en la pantalla capaz de conectarse (intermodularse) con cualquiera de los otros operadores. El sintetizador fue programado utilizando max/MSP, el cual consta de un módulo "Operador" y un contenedor para seis de estos operadores. Además, cuenta con una matriz de conexionado donde todos los operadores pueden ser conectados a cualquier entrada de modulación de cualquier otro operador en el sistema.

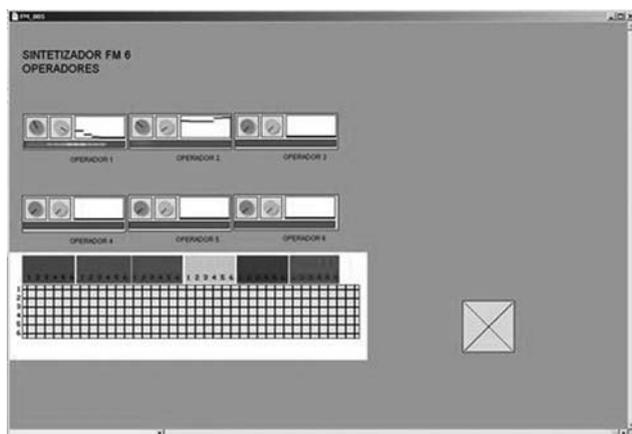


Figura 9: Captura de pantalla. Sintetizador FM programado en max/MSP.

Cada operador cuenta con un oscilador senoidal de frecuencia ajustable, control del nivel de salida y una entrada múltiple de modulación que tiene un mezclador para poder controlar diferentes modulaciones simultáneamente. El primer control determina la frecuencia en la que se encuentra el oscilador, el segundo determina

el nivel de salida, y los *sliders* determinan el índice de modulación de cualquiera de los otros operadores que tenga conectado.



Figura 10: Detalle de operador.

En el ejemplo que sigue, el operador 4 se encuentra conectado a la entrada de modulación "1" del operador 2 y a la entrada de modulación "3" del operador 4, o sea, que se encuentra automodulándose. En los términos de la síntesis por FM esta situación se conoce como *feedback*. El operador 5 se encuentra conectado a la entrada "2" del operador 2.

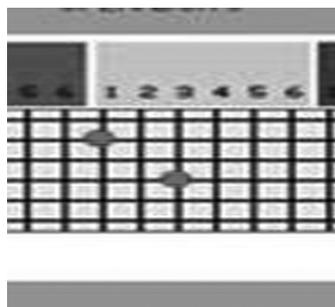


Figura 11: Detalle de matriz de conexionado.

La idea de este sistema es que cualquier esquema posible de FM puede ser producido. Desde la más mínima modulación de un solo operador sobre otro, hasta cualquier otro algoritmo de seis operadores.

### 4.2. La metáfora del sistema planetario: Diseño de la interfase gráfica.

Para realizar una interfase gráfica que permitiese controlar y crear formas sonoras sobre la base de la síntesis por frecuencia modulada, se comenzó por diseñar sobre la idea de un sistema de "órbitas" donde cada "planeta" representa un operador. De esta manera, el sistema se compone de "osciladores", lo cual continúa la línea de diseño de los objetos sonoros, pero ahora modelado en función de una nueva metáfora: un sistema de órbitas. Cada uno de estos objetos se basa en la generación de un movimiento oscilatorio y dicho movimiento se ve reflejado en el movimiento del objeto visual sobre el espacio de la pantalla construyendo relaciones basadas en la fuerza de gravedad (atracción de los cuerpos). Esta fuerza de gravedad simulada, provoca la órbita de los objetos, los cuales se superponen los unos sobre los otros.

Las relaciones de atracción se basan en la representación de parámetros sonoros en aspectos visuales, como el diámetro y la velocidad. Cada “planeta” al orbitar en torno a otro supone una relación de modulación entre los operadores. La velocidad de rotación se encuentra en relación con la frecuencia a la que está oscilando dicho operador, produciendo así una conexión entre el movimiento oscilatorio de los cuerpos visuales y la representación de la frecuencia del sonido (literalmente una oscilación).

En la figura siguiente el operador A (en el centro de la imagen) es el operador que se encuentra conectado a la salida de sonido. Este operador está siendo modulado por el operador B (orbita sobre el A), el cual a su vez se encuentra siendo modulado por un tercer operador C que se comporta como satélite del B.

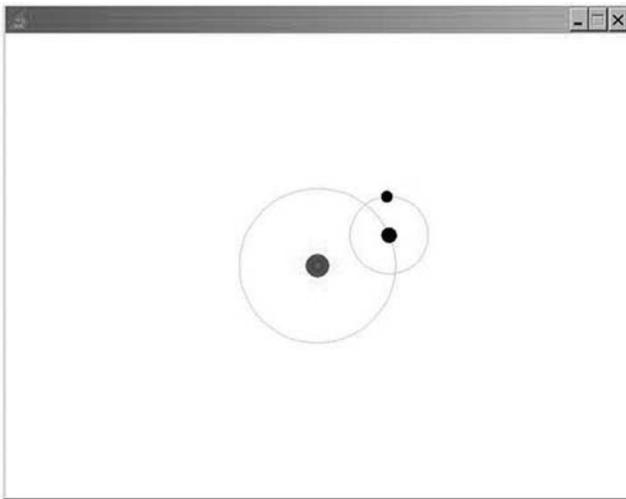


Figura 12:  
Aplicación del sistema de órbitas

El conjunto de operadores se mueve en rotaciones y mantiene esa coherencia, en tanto no haya una intervención externa del usuario.

La interacción táctil del usuario con la pantalla se basa en el siguiente gesto:

- El usuario puede arrastrar (*dragging*) un oscilador: la “captura” del oscilador se realiza mediante la colocación de un puntero (dedo) sobre la imagen en la pantalla. De esta forma, logra detener su movimiento y mantenerlo en la posición del puntero (incluso con el puntero en movimiento). Este gesto le da, además, la posibilidad de manipular el diámetro de las órbitas, ya que con la traslación de los operadores en x, y de la pantalla, logra cambiar las distancias entre ellos.

### 4.3. Problemas de interacción del sistema planetario: El movimiento de las órbitas y la interacción con el cuerpo

El problema del sistema de planetas que orbitan unos

en torno a los otros, radica en que la manipulación gestual de los objetos visuales se hace difícil con los elementos girando en velocidad. El movimiento propio de los objetos, independiente del usuario, es en este caso contraproducente, con un correcto funcionamiento del sistema de interacción gestual. Con este problema se profundizó la pregunta sobre cómo se posibilita que la interfase sea manipulada gestualmente con las manos sobre la pantalla. Aquí aparece con mayor fuerza la relación del cuerpo humano con el dispositivo en el ámbito físico.

## 5. Reformulación de la interfase

Teniendo en cuenta lo mencionado anteriormente, se reformuló el diseño del sistema de planetas. El cambio consistió principalmente en la solución del problema del movimiento de los objetos en pantalla, creando una interfase estructuralmente similar, donde la concepción de los objetos como “planetas” fue reemplazada por una concepción de “nodos”. De esta forma se restringió el movimiento propio de los objetos con el fin de producir una idea de movimiento donde el usuario deba intervenir sobre los cuerpos visuales para manejar el sonido. Este planteo derivó en un nuevo prototipo.

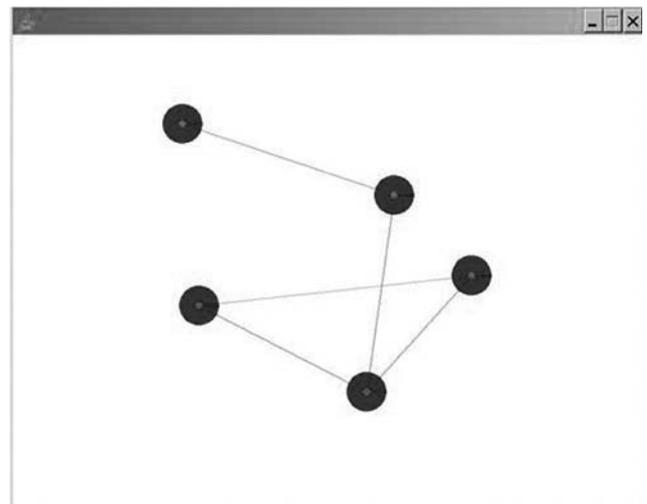


Figura 13:  
Pantalla prototipo planetas.

En este prototipo el esquema de interacción se basa en la utilización de los punteros por parte del usuario según el siguiente criterio:

- **“Captura”:** el usuario arrastra los nodos modificando su posición; lo que se realiza operando sobre el centro del objeto.
- **Enlace de operadores:** colocando un puntero sobre la zona periférica se habilita el enlace del operador presionado como operador de origen. Una vez en el modo de enlace el usuario conecta un operador con otro conduciendo el puntero sobre otro operador, el cual se transformará en el operador de destino.

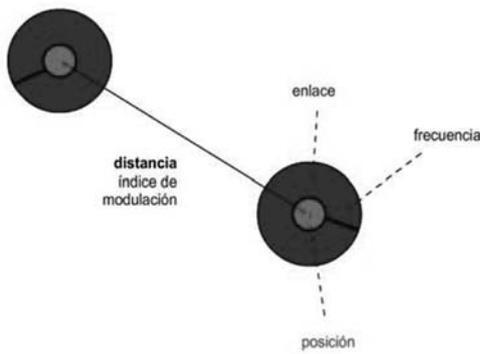


Figura 14

Esta nueva forma de interacción, generada en este prototipo desencadenó un cambio fundamental en el transcurso de esta investigación, revelando una nueva situación con respecto a la relación física cuerpo-interfase: “el problema de la escala”.

De ese modo se puso de manifiesto cierta dificultad en la manipulación de los objetos en pantalla causado por dos cuestiones interrelacionadas:

- La implementación técnica con relación a la precisión.
- El diseño desarrollado sobre dicha estructura técnica, para resolver la coordinación entre la disposición de los objetos visuales y los parámetros desplegados por los objetos.

Lo antedicho nos llevó a una reflexión clave: la necesidad de ampliar la escala de la interacción, modificando los niveles de precisión en la intervención del cuerpo sobre la pantalla. La ampliación de la escala no implica dirigirse hacia una escala mayor, sino abrir el espectro activo de la interacción hacia una pequeña escala y hacia una gran escala.

Como consecuencia de lo mencionado anteriormente, se planteó un esquema de relación cuerpo-pantalla basado en el siguiente encadenamiento de escalas físicas en torno al cuerpo humano:

- Escala 1: dedos.
- Escala 2: manos, brazos, piernas, torso, cabeza, etc.
- Escala 3: cuerpo entero.
- Escala 4: diversos cuerpos.

### 5.1. Problemas de precisión y ruido en la pantalla implementada

El principal problema de precisión del sistema tiene que ver con la latencia entre la interfase y el sintetizador. Esta situación se vuelve crítica al momento de “ejecutar” o “interpretar” una pieza sonora.

La precisión en el sensado de los puntos en la pantalla (punteros) está limitada al anchoDePantalla/32. Es decir que cualquiera sea el punto de contacto en la pantalla, este se encontrará circunscripto en un rango que va de 1 a 32. Esta resolución es arbitraria y se debe a que cuanto mayor es la resolución con la que se trabaja, más datos son los que deben ser procesados, y la respuesta del sistema se vuelve más lenta para una misma capacidad de proceso dada; en este caso, una PC Pentium 4 de 2.0 Ghz. Debido a ello, dos dedos situados a una distancia muy pequeña pueden ser interpretados como un solo puntero.

Otro de los problemas tiene que ver con la velocidad de actualización de la captura de la imagen. La cámara con la que trabajamos para este prototipo genera un flujo de imágenes sucesivas de aproximadamente 15/16 cuadros por segundo lo que da una velocidad de “refresco” de aproximadamente 60 minutos. En la dimensión de pantalla en que trabajamos, la velocidad que puede alcanzar el dedo recorriendo de un punto a otro en la superficie puede superar el valor máximo de umbral que el sistema puede procesar. Es decir: si el dedo (puntero) se encuentra ubicado en un punto A y desarrolla un recorrido hacia el punto B tal que la distancia AB sea mayor que el límite establecido para ser reconocido como el mismo puntero, este se pierde y en vez de ser tomado como un puntero en movimiento es tomado como dos punteros en lugares y tiempos sucesivos. Aumentando la velocidad de “refresco”, a la misma velocidad de recorrido del dedo, el intervalo (distancia) es menor, por lo tanto, el riesgo de traspasar el umbral antedicho disminuye.

## 6. Hacia una interfase más gestual

### 6.1 El diseño de interacción

El conjunto de problemáticas que se fueron presentando a lo largo del trayecto de la investigación, ha dado sus frutos en diversas reflexiones sobre el diseño de interfases, uno de los cuales consiste en el diseño de interacción.

Podemos decir que la interfase utilizada en este proyecto, al ser un tipo de pantalla multitáctil en particular, tiene ciertas características específicas del dispositivo que deben ser utilizadas desde el origen en las diferentes propuestas de diseño que se desarrollan. Este proceso permite generar una estructura que cohesiona la base conceptual y la base tecnológica, posicionando la relación entre diseño y la técnica en el seno del proceso creativo.

De este modo, utilizamos las características del dispositivo para acercarnos a una definición del diseño de interacción adecuado a esta interfase, generando un esquema basado en la siguiente cadena de interacciones:

Este modelo está estrechamente relacionado con la estructura básica de interacción humano-máquina (HCI) formada por *inputs* (entradas) y *outputs* (salidas).

En este sentido fue necesario un análisis profundo de las especificidades del dispositivo de la pantalla para lograr la construcción de una interfase. Podemos marcar los puntos clave de este análisis:

- **Tangibilidad:** la relación debe ser construida a partir de la gestualidad.
- **Multitouch:** la interfase debe contemplar la situación de múltiples puntos de contacto e interacción, lo cual abre también el juego hacia una aplicación multiusuario y colaborativa. Este punto es muy importante ya que la aplicación desarrollada debe apuntar hacia la colaboración entre varias personas para construir una situación en conjunto.
- **Materialidad:** es importante abordar las propiedades del material del dispositivo; tela de *lycra*. Este material tiene una característica física clave para el desarrollo de la interfase, que es la elasticidad. Lo que da lugar a una observación sobre la escala de la interacción, ya que la expansión de las posibilidades del cuerpo al interactuar físicamente con la pantalla, se ven potenciadas con las propiedades elásticas del material (utilización de diversas partes del cuerpo como dedos, manos, brazos, cuerpo entero).
- **Escala:** el punto anterior conduce inevitablemente a una reflexión sobre el funcionamiento de la interfase, para incluir este tipo de interacciones corporales.
- **Variable profundidad:** la propiedad elástica del material tiene otra posibilidad de desarrollo a nivel interfase, la inclusión de la variable de la profundidad. Las pantallas rígidas limitan su concepción a la bidimensionalidad. A pesar de que cualquier “superficie” de proyección es en realidad un objeto volumétrico que ocupa espacio, la concepción común de una pantalla se basa en la bidimensionalidad. La pantalla tangible en cuestión, brinda la posibilidad de abrirse a su condición tridimensional, aprovechando la elasticidad para incorporar la profundidad en la presión del cuerpo sobre la superficie. En este sentido Kronos Projector es una referencia por su entendimiento sobre esta situación.

## 6.2. La interfase en el tiempo

Otro factor definitorio en el desarrollo de este proyecto, tuvo que ver con una cuestión musical. En los prototipos previos no existe ningún tipo de modulación intrínseca del sonido a través del tiempo. Por ejemplo,

la cuerda de una guitarra que se bate tiende a agotar su energía y en cierto momento detener su vibración y, por lo tanto, el sonido se extingue. Esa situación que es natural y propio de la mayoría de los instrumentos musicales, no es tal con los instrumentos electrónicos donde los osciladores están continuamente en movimiento en tanto no sean procesados por algún tipo de modulación. Por esta razón, se tomó la decisión de agregar factores evolutivos al sistema que controlen fundamentalmente la amplitud del sonido a través del tiempo. Un ejemplo que sirve para ilustrar esta situación es el intercalado de un amplificador controlado por voltaje (VCA) modulado por un generador de envolvente (EG).

Si bien hay un control de volumen para cada operador en cada objeto sonoro, no existe un control global que module la forma con la que el sonido producido evoluciona en el tiempo. Para tal fin se agregó un factor de tiempo a la interfase visual que mapea indirectamente este parámetro. Se introdujo así el concepto de envolvente desde una perspectiva visual: una vez generado un objeto, este tiende a desaparecer mediante una disminución de su transparencia ( $\alpha$ ). A medida que se desvanece decrece el nivel de amplitud del operador con la consecuente extinción del sonido producido.

De este análisis devino el esquema gestual que fue implementado en la siguiente versión, a saber: en tanto que el usuario no interviene sosteniendo la energía sobre el objeto, el mismo tiende a desaparecer, al igual que el sonido que produce. La intervención del usuario sobre el objeto genera un efecto que contrarresta esta tendencia a la extinción, logrando mantener el sonido “vivo”.

## 6.3. La nueva estructura de la interfase

Siguiendo los conceptos derivados de las problemáticas anteriores, se implementó una estructura que se construye sobre la coherencia entre las diversas propiedades mencionadas, utilizando las características del dispositivo como medio expresivo.

A partir de esta reestructuración, se creó una nueva serie de prototipos. El funcionamiento estructural de esta serie puede describirse sobre la base de los estados de los punteros.

### Puntero creado:

- a. Cuando el usuario presiona la pantalla creando un puntero sobre el fondo vacío, se crea un objeto sonoro, identificando el puntero con el objeto.
- b. Cuando el usuario presiona la pantalla sobre un objeto ya existente, el nuevo puntero creado se

identifica con dicho objeto, permitiendo modificar sus parámetros.

### **Puntero activo:**

En este estado el puntero siempre pertenece a algún objeto, con lo cual se modifican los parámetros de dicho objeto.

Luego, existen tres parámetros visuales que mapean al sonido:

a. **Tiempo:** es el tiempo de vida del objeto. Su visualización se indica en el nivel de opacidad (alpha) del objeto. Conforme el tiempo avanza, el objeto tiende a desaparecer (*fade-out*). Al crear un nuevo puntero sobre el objeto la opacidad vuelve a aumentar, de manera tal que el usuario puede mantener un objeto “vivo” o “prendido”.

En esta aplicación el tiempo se representa con un número, y este número mapea la *amplitud* (volumen) del objeto sonoro.

b. **Radio del área que ocupa el objeto:** este parámetro visual mapea la *frecuencia* del objeto sonoro.

c. **Superposición de objetos:** cada objeto representa un operador y los operadores superpuestos se intermodulan. El radio de un operador creado puede ampliarse, de modo tal que es posible superponer un operador sobre otro. El operador que se modifica (objeto activo) para superponerse sobre otro, que funciona siempre como modulador, mientras el objeto pasivo funciona como modulado.

## **6.4. Manchas**

El primer prototipo desarrollado que aplica este funcionamiento, es un sistema de “manchas” de cierto diámetro que tienen la capacidad de ser expandidas en tamaño para interconectar los objetos.

Esta solución visual, implica que no existen en la pantalla puntos predeterminados para operar el objeto sonoro, sino que se interactúa sobre cualquier punto de su superficie para producir el intermodulado de los operadores. Un efecto de ruido (*jitter*) aplicado al contorno le da al objeto características orgánicas, produciendo una relación con la forma que adquiere la tela.

En este prototipo el centro de las manchas creadas en pantalla es fijo y no puede ser modificado por el usuario.

Siguiendo la estructura base descrita en punto anterior:

- La tonalidad de la mancha representa el tiempo de vida del objeto.

- El valor del área de la superficie que ocupa la intersección entre dos operadores, representa el *índice de modulación*, es decir que modifica la influencia sonora que ejerce el modulador sobre el operador modulado.

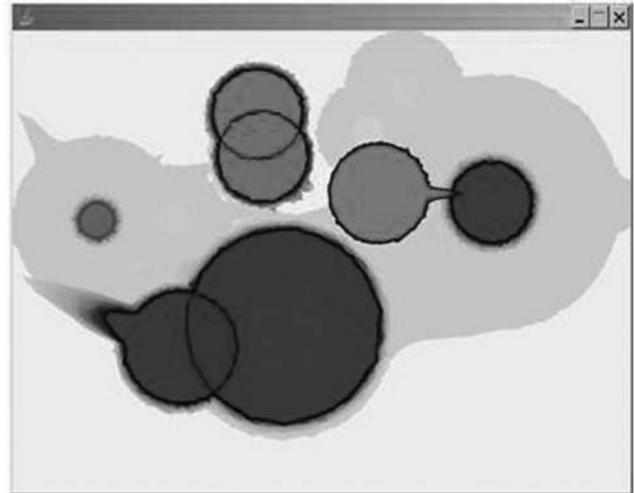


Figura 15:  
Manchas

## **6.5. Trazos**

El segundo y último prototipo realizado con este criterio de funcionamiento implica otros criterios de diseño para los objetos sonoros. Con este prototipo se logró una relación consistente entre lo gestual, lo visual y lo sonoro. La aplicación se basó en el programa “Tendrils” (creado por Jeffrey Traer Bernstein <http://www.cs.princeton.edu/~traer/physics>), donde el autor demuestra el uso de su sistema de simulación de física creado para Processing, el cual fue utilizado en este prototipo.

La metáfora generada a partir del criterio de manchas en el prototipo anterior, fue reemplazado por un sistema de trazos. Los objetos sonoros se conforman ahora por trazos creados y manipulados por el usuario. La idea del trazo es adecuada para la situación de interacción planteada en esta interfase, comenzando con el dedo para luego ampliarse al resto del cuerpo. Así, el objeto se forma sobre un trazo, que luego forma una superficie.

El trazo se compone de una serie de puntos en el espacio, unidos según unas propiedades físicas (simuladas por el sistema de física). Dichas uniones o “*constraints*” dan al objeto un tipo de movimiento que potencia esa relación corpórea en definitiva “táctil”, entre el cuerpo del usuario y el objeto sonoro. De esta forma se conduce la situación de interacción a un estado específico que permite la creación sonora, a

partir de las relaciones gestuales, corporales, sonoras y visuales.

El esquema de interacción es el siguiente:

a. Cuando el usuario crea un puntero sobre el fondo vacío, el puntero comienza a “dibujar”, formando el trazo (por ahora inactivo). Al levantar el dedo de la pantalla, el trazo creado se activa como objeto sonoro.

b. Cuando el usuario presiona la pantalla sobre un objeto ya existente, el nuevo puntero se identifica con dicho objeto, capturando el trazo sobre el punto más cercano, dejando al usuario “arrastrar” al objeto con cierta sensación de inercia.

c. El tiempo funciona según la estructura base: se representa con un número, y este número mapea la amplitud (volumen) del objeto sonoro.

d. Radio del área que ocupa el objeto funciona según la estructura base: mapea la frecuencia del objeto sonoro. En este caso la superficie que ocupa el trazo (línea) es traducida a un círculo formado por tres puntos de la línea (los dos extremos y el central), siendo este círculo utilizado para calcular las áreas de intersección entre objetos.

e. Superposición de objetos funciona según la estructura base: la superposición controla el índice de modulación de la síntesis del sonido.

Las siguientes imágenes muestran diferentes estados de la aplicación y su manipulación a través de la pantalla:

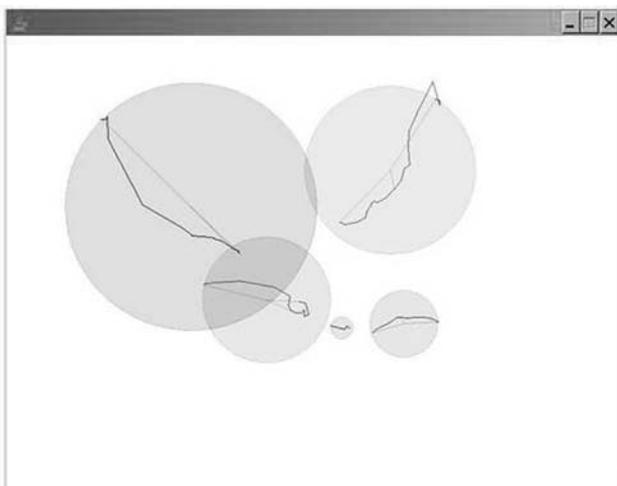


Figura 16:  
Pantalla "Trazos".

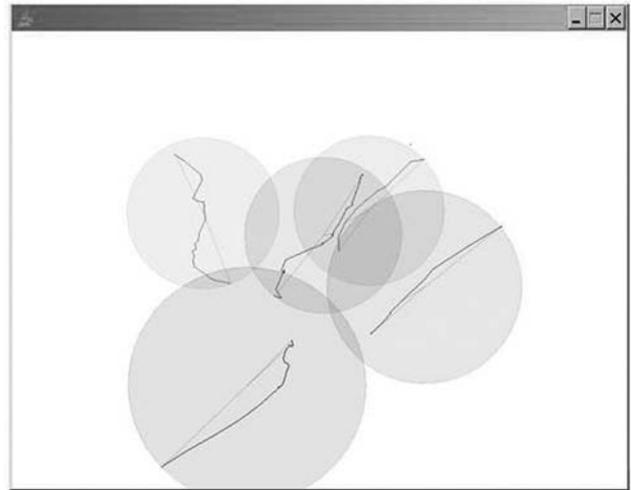


Figura 17:  
Pantalla "Trazos".

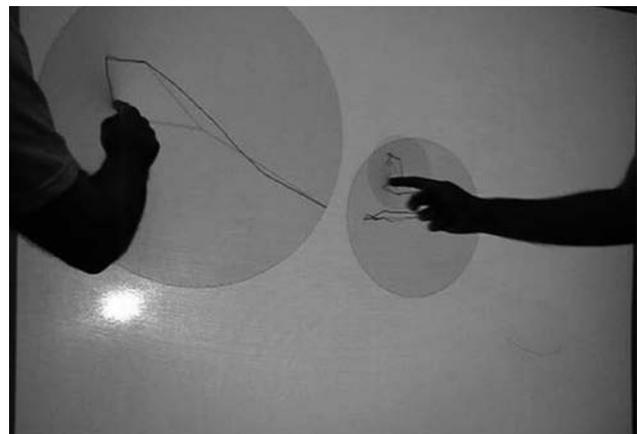


Figura 18:  
Pantalla "Trazos". Utilización en vivo.

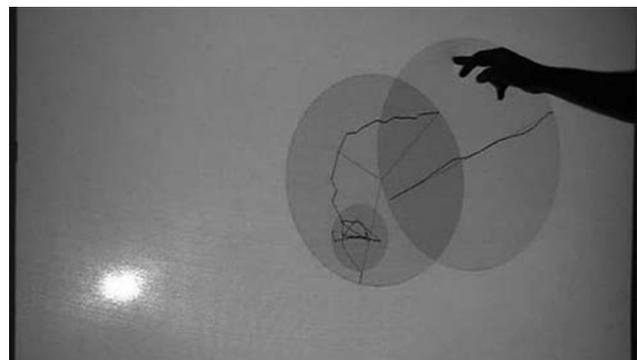


Figura 19:  
Pantalla "Trazos". Utilización en vivo.

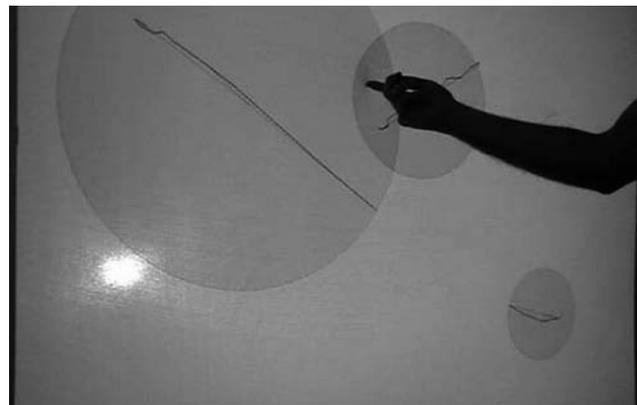


Figura 20:  
Pantalla "Trazos". Utilización en vivo.

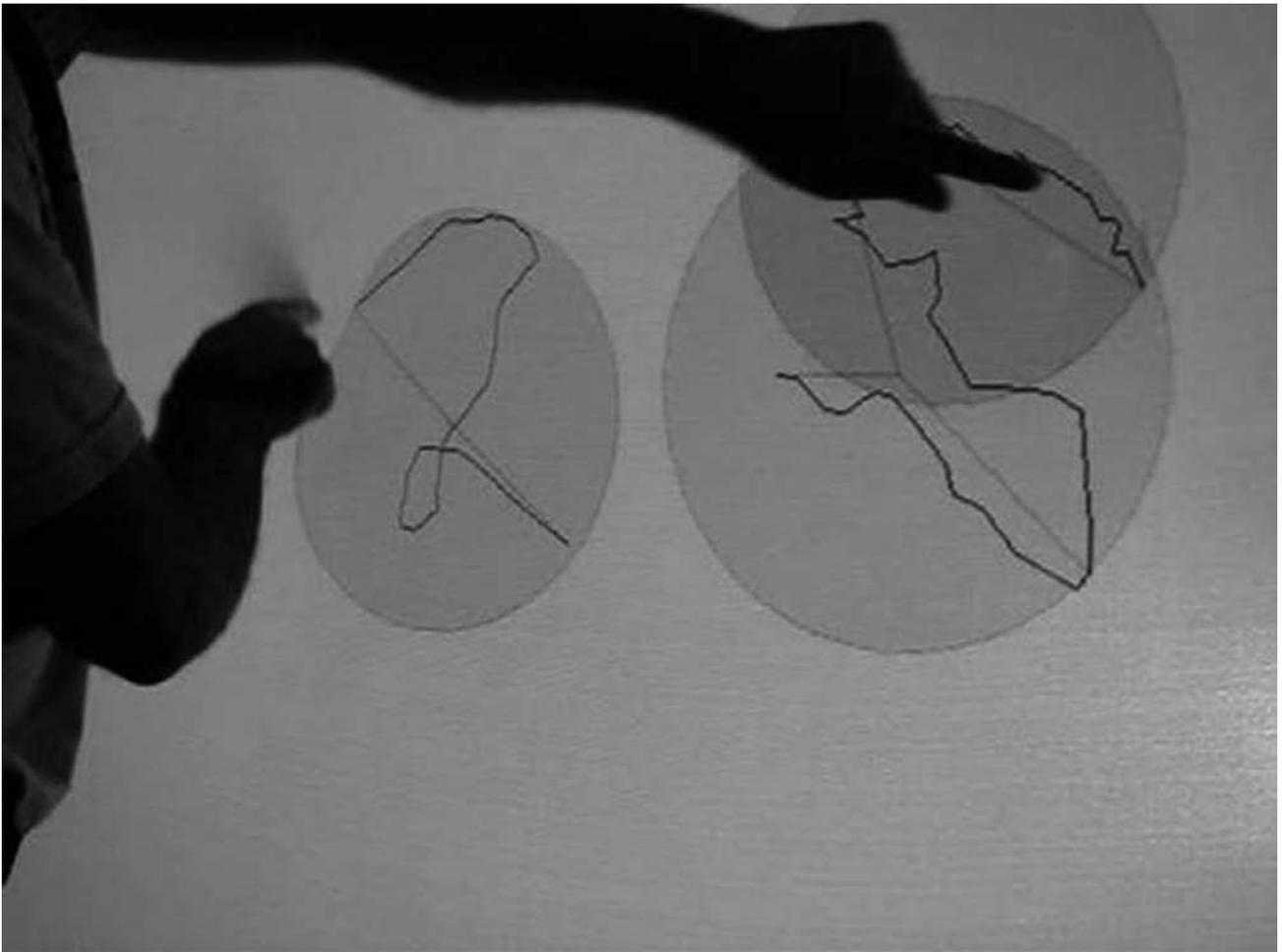


Figura 21:  
Pantalla "Trazos". Utilización en vivo.

## 7. Conclusiones

Al inicio de esta presentación hemos planteado la pregunta sobre cómo interviene físicamente el cuerpo en la creación de sonidos en los procesos computacionales? Nos preguntamos también acerca de las relaciones entre la interfase computacional y el "instrumento musical". Se planteó la viabilidad de un sintetizador en extremo operable sobre este tipo de plataforma virtual y el grado de pertinencia en el correlato corporal-visual-sonoro.

Para abordar estas preguntas nos propusimos emprender una investigación en torno a la creación de un sistema de interrelaciones entre: sonido-imagen-gesto; o bien: percepción sonora-percepción visual-percepción háptica.

Haciendo uso del dispositivo de pantalla sensible al tacto han surgido una serie de problemáticas

de diseño de interacción que permitieron realizar un análisis exhaustivo del dispositivo. Se nos planteó entonces la pregunta: ¿el objetivo de la investigación (la implementación de una aplicación didáctica para este dispositivo) es en los términos antes detallados factible de ser implementada?

En ese sentido, podemos decir, entonces, que la realización del último prototipo descrito ha abierto un camino hacia la concreción de una forma posible de interacción para interfases físicas de creación sonora mediante procesos computacionales. Los análisis desarrollados nos han permitido componer diversos tipos de interacción adecuados para esta clase de dispositivos y aplicaciones que nos proponen ahora un nuevo abordaje; un nuevo punto de partida sobre el cual construir una aplicación para pantalla sensible *multi-touch* de carácter didáctico.

## Referencias bibliográficas

1 “Microsound” (*Paperback*) y *Curtis Roads*. The MIT Press; Pap/Cdr edition (1º de septiembre de 2004).

2 “An Introduction To FM”:  
<http://ccrma.stanford.edu/software/snd/snd/fm.html>

3 “The Synthesis of Complex Audio Spectra by Means of Frequency Modulation”, de J. Chowning, *JAES* 21:526-534, 1973.

4 “Sutoolz 1.0 alpha”, *3D software music interface: Jordan Wynnchuk*, de Richard Porcher, Luka Brajovic, Marko Brajovic, Nacho Platas:  
[www.su-studio.com](http://www.su-studio.com)

5 “From the visualization of sound to real-time sonification, different prototypes in the Max/MSP/Jitter environment”, en *Anne Sedes, Benoît Courribet et Jean-Baptiste Thiébaud*, Centre de recherche en Informatique et Création Musicale (CICM), Université de Paris VIII.

6 “The Khronos Projector”, de Álvaro Casinelli:  
[www.k2.t.u-tokyo.ac.jp/members/alvaro/Khronos/](http://www.k2.t.u-tokyo.ac.jp/members/alvaro/Khronos/)

7 “Tendrils”, de Jeffrey Traer Bernstein:  
<http://www.cs.princeton.edu/~traer/physics/>

8 “Granulator”, *software* de Nicolás Fourniel:  
<http://nicolasfournel.com/>

---

Proyecto de Investigación “Tangible. Interfaces de Realidad Aumentada Aplicadas a la Docencia y el Arte” aprobado por el Consejo de Carrera del Área Transdepartamental de Artes Multimediales (Res. N°055/07). Directores: Ing. Emiliano Causa, Dr. Pablo Cetta. Instituto Universitario Nacional del Arte, Yatay 843, Ciudad Autónoma de Buenos Aires. Argentina +54-11-4862-8209.



---

#### RAÚL FEDERICO LACABANNE

Compositor, investigador y artista de los nuevos medios. Licenciado en Composición con Medios Electroacústicos (Universidad Nacional de Quilmes, 2001). *Master* en Artes Digitales (Universitat Pompeu Fabra, 2006).

Profesor Adjunto en la cátedra de Taller de Producción Multimedia en la UNQ. Profesor de las cátedras Diseño Multimedial III y Taller de Producción Multimedial III y V del área Transdepartamental de Arte Multimediales de IUNA. Desarrolla también actividades docentes en la Escuela Municipal de Bellas Artes "Carlos Morel" de Quilmes. Presentó obras y expuso en Buenos Aires, Rosario, Barcelona, Bourges, Miami y Novi Sad.

# El palacio de los destinos: pensar una experiencia de RV

Raúl Federico Lacabanne

## Resumen

A continuación nos concentraremos en “El palacio de los destinos”, una instalación artística de Realidad Virtual (RV) llevado a cabo en 2006 por los artistas Romina Carrasco (Ecuador), Raúl Federico Lacabanne (Argentina), Mónica Ruiz (México) y Jorge Luis Suárez Pepe (Argentina). El mismo fue realizado como proyecto final para la cátedra de Realidad Virtual perteneciente al *Master en Artes Digitales* de la Universitat Pompeu Fabra, supervisado y evaluado por los profesores Narcís Parés, Roc Parés Burguès y Joan Soler-Adillon. Detallaremos y explicitaremos a continuación el *guión y el diseño de interacción* planteado, el modelo de *subjetividad virtual y entorno virtual* elegido y, por último, las *fases de desarrollo según la estrategia de aproximación basada en la interacción*.

## Introducción

“El palacio de los destinos” pretende erigirse como una experiencia de RV, la cual busca generar en el participante sensaciones y reflexiones relacionadas al concepto de creación. Las expresiones creativas se enmarcan siempre en un contexto social determinado en tiempo y espacio. El *creador* no es más que un actor social que no puede prescindir de otros actores que legitiman la producción del mismo como tal. Es así como, la *creación* se vuelve un fenómeno colectivo y, de esta manera, es como se plasma en la presente experiencia.

Al contrario de la mayoría de las experiencias de RV, las cuales responden a una estrategia de desarrollo *basada en el contenido*, se ha planteado la realización de la presente a partir de una *estrategia basada en la interacción*, la cual privilegia la definición del diseño de interacción por sobre el contenido, la posibilidad de manipulación y modificación de todos los objetos disponibles, el planteamiento audiovisual abstracto y la manifestación de subjetividades virtuales maleables, amorfas, flexibles y dinámicas.

## Guión y diseño de interacción

El proyecto se plasma en una instalación de RV multiusuario (1 a 3 usuarios<sup>3</sup>) la cual presenta un *entorno virtual audiovisual*, generado por ordenador y controlado por éste mediante un sistema de captura de movimiento cenital cuya cámara de video recoge la información visual de la trayectoria de los usuarios dentro del *área de captura* (Figura 1).

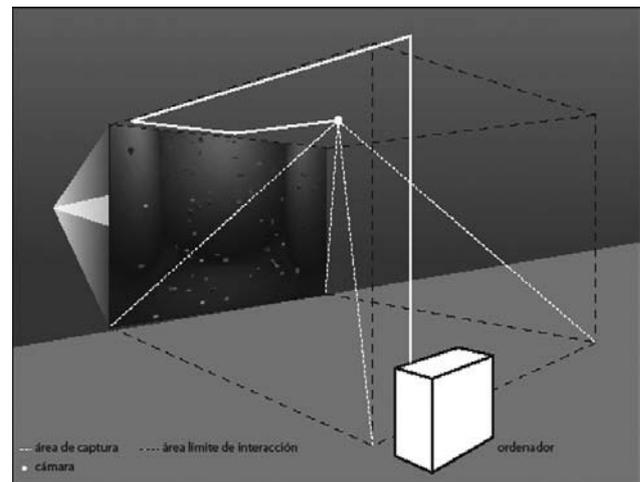


Figura 1 :  
Esquema conexión en perspectiva.

Dicho entorno virtual estimula al usuario con una situación inicial en donde se visualiza una serie de partículas (tetraedros regulares de color rojo, verde y azul) que se encuentran dispersas, en estado de levitación y rotación, en un espacio escénico fijo (Figura 2).



Figura 2:  
Situación inicial.

La posición de las partículas es definida de manera aleatoria en un aparente y metafórico caos inicial. Este estímulo visual se complementa con estímulos *sonoros* ad hoc basados en síntesis granular. Cada usuario que ingresa y se desplaza dentro del *área límite de interacción* comienza a percibir cambios en los estímulos audiovisuales. Lo mismo ocurre cuando éste se acerca a otro u otros usuarios. El interés del usuario se concentra, entonces, en descubrir las propiedades, comportamientos y leyes que rigen dicho entorno virtual.

El objetivo primario del proyecto es ofrecer al usuario una instancia de revelación sobre el acto creativo, su producto, y la generación y recepción del mismo a partir de la exploración y manipulación de objetos y formas simbólicas abstractas.

### Esquema de Interacción Persona-Ordenador (IPO) según: un usuario

Cuando un usuario entra y se desplaza dentro del *área límite de interacción* puede observar que dicho desplazamiento tiene su correlato especular en el entorno virtual: su subjetividad virtual comienza a manifestarse a partir de una visible *fuerza de atracción* que ejerce sobre las partículas más cercanas de un mismo y único color. Esta acción se refuerza con un estímulo sonoro particular que el usuario asimilará como propio.

Una vez que dichas partículas comienzan a ser atraídas, éstas orbitan alrededor del eje z de la subjetividad virtual y, a la vez, se trasladan en conjunto y en tiempo real por los ejes xz según la posición del usuario. En cuanto a la percepción auditiva, el estímulo sonoro anterior variará su panorámica e intensidad de acuerdo con la posición de la subjetividad virtual con respecto al eje xz.

Si el usuario se detiene en un mismo lugar un determinado lapso de tiempo, aumenta la fuerza de atracción de las partículas previamente atraídas, disminuyendo así el radio de la órbita hasta que éste llega a un valor mínimo de distancia con respecto al eje. En ese momento, cambia el estado de la partícula: se transforma en *cristalización*<sup>2</sup>.

En caso que el usuario interrumpa su estado de detención antes de la cristalización, se suspende dicho proceso manteniendo el último radio de órbita conquistado hasta una nueva detención.

La presencia en pantalla de las partículas cristalizadas está sujeta a un límite de *tiempo de caducidad*. Una vez llegado al mismo, la partícula cristalizada

cambia al estado inicial y reinicia aleatoriamente su posición espacial en el entorno virtual. Según transcurre este tiempo de caducidad, tendremos un índice visual del mismo representado en una traslación lineal de desaturación al gris isovalente. Existe otro disparador de caducidad relacionado a la salida del usuario del *área límite de interacción*: cuando el usuario decide abandonar la experiencia, la subjetividad virtual relacionada se verá anulada. Las partículas relacionadas a dicha subjetividad se reiniciarán para poder ser nuevamente asignadas a un probable usuario entrante.

### Dos usuarios

Cuando la distancia entre dos usuarios sea igual o inferior a una magnitud a determinar, esta cercanía o *umbral de contacto de nivel uno* (Figura 3) será representado mediante un estímulo sonoro caracterizado por un aumento de la intensidad y densidad granular. Asimismo, los tiempos de caducidad de las partículas cristalizadas de ambas subjetividades virtuales serán acelerados mientras se mantenga la condición antes descrita.



Figura 3:  
Umbral de contacto de nivel uno.

### Tres usuarios

Si se dan dos relaciones de distancia cercana entre tres usuarios, se entenderá que los tres están suficientemente cerca y que, por lo tanto, se ha llegado al *umbral de contacto de nivel dos*. A partir de un determinado lapso de tiempo se desencadenará lo que hemos llamado *proceso de implosión*, suerte de colapso del entorno virtual: todas las partículas existentes se verán atraídas al centro del área conformada por la distancia media entre los tres usuarios (Figura 4). Este evento visual también será acompañado por un correlato sonoro.

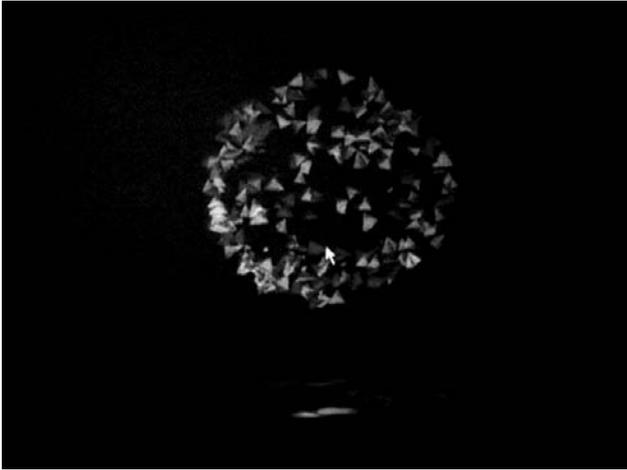


Figura 4:  
Umbral de contacto de nivel 2 y proceso de implosión.



Figura 6 :  
Segundo modelado de partículas y entorno virtual.

## Subjetividad virtual y entorno virtual

Si bien la presente experiencia de RV se encuentra relacionada con los tópicos tradicionales de ilusión de espacio y movimiento, proponemos una aplicación donde el usuario se encuentra frente a un entorno virtual que muestra un espacio “otro”, que a la vez funciona como espejo del real, y en donde el usuario se ve representado indirectamente: la subjetividad virtual se manifiesta a través de los comportamientos de las partículas accionadas por el deambular del usuario dentro del área de interacción. Ecos y sombras: sólo se perciben sus huellas audiovisuales, meros índices de su transitar. Estamos, entonces, en presencia de lo que llamamos una *subjetividad virtual manifestada*.

En función de la interfaz física, la posición del usuario es detectada en vista de planta mediante una cámara en picada. Desde el punto de vista de la interfaz lógica, ésta no dispondrá de elementos de representación sino más bien de manifestación visual y sonora en el momento que se interactúe con las partículas. Los movimientos dentro del entorno, en una suerte de continuación especular del plano de planta, serán dados por cada subjetividad virtual interviniente.

Se realizaron varias propuestas de modelado del entorno virtual hasta llegar al más apropiado según criterios de austeridad, pregnancia y simpleza (Figuras 5-8).

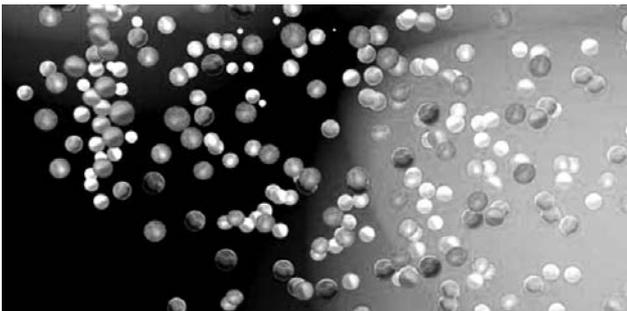


Figura 5:  
Primer modelado de partículas y entorno virtual.



Figura 7:  
Tercer modelado de partículas y entorno virtual.



Figura 8:  
Modelado Final de partículas y entorno virtual.

## Fases de desarrollo según la estrategia basada en la interacción

A continuación expondremos la organización de las distintas fases de desarrollo de la presente aplicación de RV según la estrategia basada en la interacción de acuerdo con la propuesta de Parés (2001). Es importante remarcar que si bien las mismas se

presentan en forma secuencial, muchas de ellas han sido definidas, pensadas y/o elaboradas en paralelo.

### 1) Identificación de interfaces de entrada y salida.

La primera decisión tomada está relacionada con presentar una experiencia en donde se exponga el concepto de *interacción colectiva*, focalizando en la relación usuarios-aplicación, en una interfase multiusuario intuitiva, efectiva y atractiva. Se utilizará una cámara Web como sensor de entrada, iluminación IR, un cañón de datos, pantalla y un par de altavoces como dispositivos de salida. Todo esto centralizado en un ordenador que procesa la información entrante y genera la información saliente. La interfaz física está compuesta por los cuerpos de los usuarios captados por el sensor de entrada (figura 9), y la interfaz lógica se corresponde con las subjetividades virtuales comprendidas por la información resultante de los dispositivos de salida. El mapeo se define por una relación proporcional entre unidades de movimiento de los cuerpos de los usuarios y las unidades de movimiento de las subjetividades virtuales.

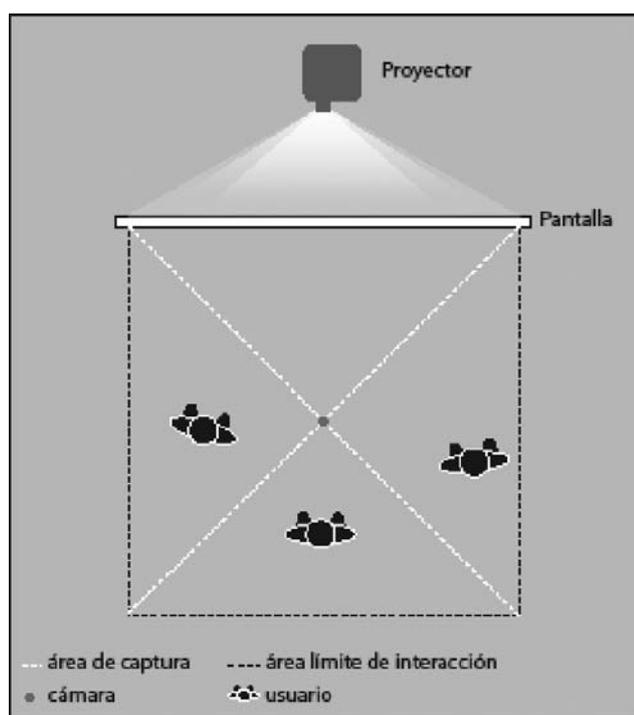


Figura 9:  
Esquema en planta.

**2) Identificación del tipo de usuario.** El perfil del usuario prevé el espectro más amplio posible, es decir, contempla desde usuario especializado al no especializado. Concretamente hablamos del tipo de usuario estándar que se puede encontrar en museos, galerías de exhibición de arte visual, etc.

**3) Definición del tipo de aplicación.** Interacción eminentemente manipulativa, aunque contiene aspectos tanto explorativos como contributivos.

**4) Definición del tópico o tema de la aplicación.** Luego

de dos sesiones de brainstorming surge como disparador el texto *Las Metamorfosis* de Ovidio. La obra comienza con la ordenación del Caos inicial, que da lugar a la creación del Universo y del mecanismo de transformación constante y a la aparición de los Dioses y los hombres; continúa con la victoria de los Dioses Olímpicos contra los Gigantes y con el Diluvio Universal que acaba con la vida en la tierra. Esta imagen inicial motiva algunas narrativas demasiado figurativas, sin embargo, se decide finalmente por una metáfora abstracta sobre el tema creación y/o procesos creativos. Adoptamos esta temática por principios de fe: consideramos a La Creación como un hecho social y no como un hecho individual y, además, la temática es lo suficientemente general como para relacionarla con representaciones abstractas. Pasamos mucho tiempo evaluando la mejor manera de presentar esta temática de manera abstracta. Al fin de muchos y apasionantes debates esbozamos y escribimos el guión y el diseño de interacción como lo especificamos anteriormente.

**5) Identificación de procesos.** [Algoritmos, cómputos, comportamientos y leyes subyacentes] Los algoritmos principales se relacionan con los comportamientos de las partículas en función de: 1) los datos de posición espacial de los usuarios que se van obteniendo dentro del área de captura; 2) las relaciones de interacción entre subjetividades virtuales y, 3) los tiempos de procesos y leyes que afectan al entorno virtual.

### 6) Identificación de los objetos virtuales necesarios.

Movidos por los criterios de austeridad, pregnancia y simpleza optamos por el diseño y creación de los cuerpos en tres dimensiones más simples: tetraedros regulares. La textura que los recubre está basado en variaciones de los tres colores primarios aditivos, relacionados a la cantidad máxima de usuarios permitida en la instalación. Para dar una continuidad y un sentido de perspectiva al entorno virtual se generó una textura muy sencilla para la planta del entorno.

**7) Identificación de los datos implicados.** Los datos de entrada se relacionan con los cambios de posición en el plano de cada uno de los usuarios. Estos afectan directa y proporcionalmente los cambios de posición de los ejes, y que corresponden a cada una de las subjetividades virtuales que entran en juego.

**8) Identificación de las herramientas de modelado de objetos necesarios.** Elegimos como herramienta de modelado a la aplicación de *software* Kinetix 3D Studio Max v8.0.

**9) Identificación de las herramientas de desarrollo de la aplicación.** Los entornos de desarrollo Virtools Dev v3.0 y EyesWeb v3.3.0 fueron los elegidos para

llevar a cabo la aplicación de RV. Mientras que para el audio se utilizó la aplicación de *software* Adobe Audition v2.0 y librerías de sonido varias.

---

### Referencias bibliográficas

1 Si bien no estamos totalmente de acuerdo con la definición del término *usuario* para designar a los *participantes* de una experiencia de RV, la utilizamos aquí por adecuación terminológica al campo del cual proviene.

2 En el marco de esta experiencia, entendemos por *crystalización* al cambio de estado de una partícula que se ve caracterizada por: el aumento considerable de tamaño de la misma, la fijación absoluta al centro del eje y de la subjetividad virtual y, por último, al sometimiento de un paulatino proceso final de caducidad.

3 Earnshaw, R.A., Vince, J.A. y Jones, H. *Virtual reality applications*. Londres: Academic Press, 1995.

4 Ellis, S.R. "Nature and origins of virtual environments: A bibliographical essay", en *Computing Systems in Engineering*. 1991, vol. 2.4, pp. 321-347.

5 Krueger, M. "Videoplace-An artificial reality", en *ACM Conference on Human Factors in Computing Systems*. 1985, pp. 35-40.

6 Lacabanne, R. *El palacio de los destinos*, videodocumento: <http://www.youtube.com/watch?v=N2cJ8NvtHQ4>.

7 Parés, N. y Parés, R. "Interaction-driven virtual reality application design. A particular case: 'El Ball del Fanalet or Lightpools'", en *PRESENCE: Teleoperators and Virtual Environments*. Cambridge-MA: MIT Press, 2001, vol. 10.2, pp. 236-245.

8 Parés, N. y Parés, R. "Towards a Model for a Virtual Reality Experience: the Virtual Subjectiveness", en *PRESENCE: Teleoperators and Virtual Environments*. Cambridge-MA: MIT Press, 2006, vol. 15.5, pp. 524-538.

9 Ramos Irizar, A. *Lo Tecnológico en el Arte*. Barcelona: Virus Editorial, 1997.

10 <http://www.telepolis.com/cgi-bin/web/DISTRITODOCVIEW?url=/1514/doc/Literatura/LasMetamorfosisdeOvidio/IntroduccionMetamorfosisOvidio.htm>

11 Whicker, M.L. y Sigelman, L. *Computer simulation applications: an introduction*. Newbury Park-California: Sage, 1991.



---

## MATÍAS ROMERO COSTAS

Compositor, artista multimedia, docente e investigador. Licenciado en Composición; profesor de Armonía, Contrapunto y Morfología Musical; y profesor en Producción Multimedial, diplomado en la UNLP.

Trabaja como docente de grado, postgrado e investigador en la UNLP, el IUNA y ENERC (INCAA).

Forma parte del grupo “Proyecto Biopus” con el que ha presentado obras de net-art, video arte, *performances* e instalaciones interactivas. Sus obras han sido presentadas en Argentina y el exterior. Ha recibido premios nacionales e internacionales.

# Algoritmos evolutivos y arte genético

Matías Romero Costas

## Palabras claves

Inteligencia Artificial, computación evolutiva, algoritmos genéticos, procesos de evolución genética, arte genético.

## 1. Introducción

En este escrito se realizará un breve relevamiento de los algoritmos y técnicas computacionales ideados y diseñados para simular procesos evolutivos, y en especial al desarrollo de los algoritmos genéticos. Estas técnicas creadas y utilizadas en un primer momento para resolver problemas de optimización (sobre todo aquellos de alta complejidad o cuyo espacio de búsqueda es sumamente grande), fueron adoptadas luego por artistas como herramientas de creación de obras en las que los procesos evolutivos como la selección natural, la competencia, la supervivencia, la reproducción y el cruzamiento genético, eran parte fundamental de su discurso.

En la primera parte de este escrito se hará una descripción de las tres técnicas principales de los Algoritmos Evolutivos, los Algoritmos Genéticos, la Programación Evolutiva y las Estrategias Evolutivas, para luego, en una segunda etapa, analizar cómo estos fueron utilizados en las obras de Kart Sims, Christa Sommerer y Laurent Mignonneau.

## 2. Computación Evolutiva - Algoritmos Evolutivos

Para entender el contexto donde se desarrollan estas disciplinas, así como sus orígenes y antecedentes, presentamos el siguiente cuadro contextual que nos permite ubicar a los algoritmos evolutivos, el tema del presente texto, dentro del universo de sub-ramas de la Inteligencia Artificial.

La Inteligencia Artificial Simbólica (IA simbólica) es una de las dos escuelas de pensamiento dentro de la *Inteligencia Artificial*, que se extiende desde 1962 hasta 1975, y cuyo estudio se concentra en el uso de las representaciones simbólicas que definen un sistema formal constituido por un número

finito de representaciones primitivas y reglas de manipulación de símbolos, que proporcionan un modelo universal de cómputo (lógica de predicados, redes semánticas, o marcos).

La rama Conexionista o Subsimbólica utilizó, a diferencia de la anterior, representaciones numéricas (o subsimbólicas) del conocimiento, orientados a “*simular los elementos de más bajo nivel que componen o intervienen en los procesos inteligentes, con la esperanza de que de su combinación emerja de forma espontánea el comportamiento inteligente*” (Manuel de la Herrán Gascón, 2005). Es dentro de ésta última, junto con los sistemas de Redes Neuronales y los Sistemas Difusos, donde se ubica la Computación Evolutiva, que recurre a conceptos de la Biología tales como el de mutación, supervivencia del más apto o cruzamientos; y al estudio de poblaciones autoorganizadas, y comportamientos colectivos inteligentes, como el de las colonias de hormigas, para implementar diferentes métodos de simulación de inteligencia para solucionar problemas.

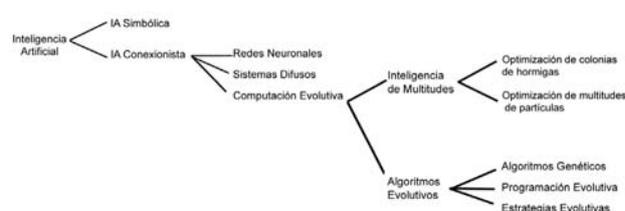


Figura 1:  
Cuadro contextual de los Algoritmos Evolutivos.

La Computación Evolutiva es una rama de la Inteligencia Artificial Conexionista que surge a mediados de la década del 90. Esta disciplina tiene su origen en los Algoritmos Genéticos, desarrollados por John H. Holland en la década de 1960, la Programación Evolutiva, creada en la misma década por L. J. Fogel, y las Estrategias Evolutivas, propuestas por Ingo Rechenberg y Hans-Paul Schwefel.

Los tópicos que abarca esta disciplina son:

- Progreso, crecimiento o desarrollo iterativo.
- Criterios basados en el desarrollo poblacional.
- Búsqueda aleatoria guiada.
- Procesamiento paralelo.
- Criterios inspirados en la Biología.

La Computación Evolutiva comprende principalmente dos ramas:

- La Inteligencia de Multitudes (algoritmos de optimización de colonias de hormigas y los de optimización de multitudes de partículas).
- Los Algoritmos Evolutivos (programación evolutiva, estrategias evolutivas, sistema clasificador de aprendizaje, programación genética y algoritmos genéticos).

Otras técnicas y algoritmos presentes en esta disciplina son los mapas autoorganizativos, algoritmos de evolución diferencial, de vida artificial, algoritmos culturales, sistemas inmunes artificiales, entre otros.

La Computación Evolutiva trata con problemas de optimización combinatoria. Para decirlo en una forma sencilla, los algoritmos de optimización combinatoria intentan encontrar la mejor solución para resolver un problema explorando el espacio de soluciones posibles para hallar la más efectiva, la más rápida o la que implique menos costos. Las estrategias utilizadas por la Computación Evolutiva intentan llegar a esas soluciones empleando en sus desarrollos las ideas de la evolución de Charles Darwin y de la genética de Gregor Mendel.

La Teoría de la Evolución de Darwin sostiene que la evolución en la Naturaleza se explica a partir de tres fenómenos:

- Los cambios heredables.
- El azar en la variación.
- La selección natural.

Se observó que existe una variación aleatoria entre los descendientes, a la que Darwin llamó “individualización” y, además, que “*esta variabilidad puede dar lugar a diferencias de supervivencia y de éxito reproductor, haciendo que algunas características de nueva aparición se puedan extender en la población, dando lugar a cambios en las frecuencias alélicas y, en último término, a la aparición de nuevas especies*”.

El medio ambiente determina la supervivencia de los organismos mejor adaptados y asegura su reproducción, y si las condiciones del medio ambiente no se alteran, fomentará que los individuos más aptos sean los que logren tener descendencia y puedan transferir sus rasgos a las generaciones siguientes, mientras que los menos aptos no sobrevivan y se extingan.

La informática descubrió en este proceso una forma de optimización en la cual la selección natural se encarga de que los mejores individuos (mejores soluciones) se combinen entre sí para generar nuevos individuos (nuevas soluciones) con las características genéticas de su padres, lo que implica una mejora con cada nueva generación.

En los Algoritmos Evolutivos la selección se realiza evaluando las posibles soluciones al problema, a partir de una función de aptitud (*fitness function*) que valora el rendimiento de cada una de ellas dentro de la población de soluciones candidatas.

## 2.1 Estructura de los Algoritmos Evolutivos

Como se dijo anteriormente, los Algoritmos Evolutivos son aquellos algoritmos metaheurísticos basados en poblaciones que utilizan mecanismos derivados o inspirados en la evolución biológica.

Estos algoritmos están conformados por una población de individuos que representan las posibles soluciones a un problema. Estas soluciones candidatas, luego de someterse a una serie de *transformaciones*, pasan a un proceso de *selección* donde se elegirán a los mejores. Cada uno de estos ciclos de transformación y selección constituye una *generación* y se repite hasta llegar a la solución final (o, a la que se encuentre más cerca).

En el cuadro siguiente se muestra la estructura básica de un Algoritmo Evolutivo. Una población inicial, que se corresponde con al generación 0, es evaluada; si en esa evaluación se encuentra al mejor individuo, es decir, la solución al problema, se termina la búsqueda; en caso contrario se transforma la población (por ejemplo: por cruzamiento y recombinación, que crea una descendencia a partir de la primera población), para ser nuevamente evaluada. Este ciclo continúa hasta que se cumpla con la condición de terminación del algoritmo: hallar al individuo más óptimo.

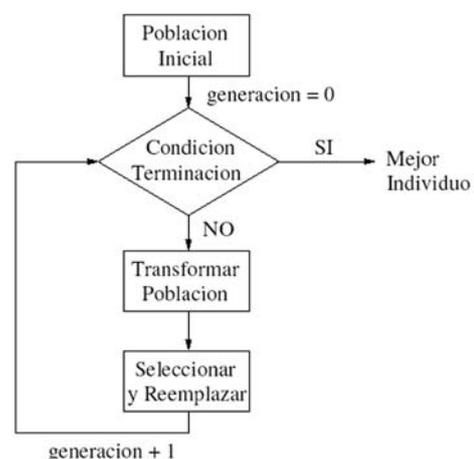


Figura 2:  
Estructura básica de un Algoritmo Evolutivo.

## 2.2. Modelos de Algoritmos Evolutivos

Dentro de los Algoritmos Evolutivos se pueden encontrar diferentes técnicas o modelos, que si bien comparten las mismas bases, se diferencian en sus métodos de implementación o en el tipo de problemas a los que son aplicados. Los más importantes son:

- La Programación Evolutiva.
- Las Estrategias Evolutivas.
- Los Algoritmos Genéticos.

### 2.2.1. Programación Evolutiva

La Programación Evolutiva nace en la década de 1960 a partir de estudios realizados por Lawrence J. Fogel en su intento por crear Inteligencia Artificial utilizando la evolución simulada como proceso de aprendizaje. Para ello, Fogel utilizó máquinas de estado finitas, que es un modelo de comportamiento compuesto por estados (donde se almacena información), transiciones (que indica que se está cambiando de estado) y acciones (descripción de cualquier actividad que se está dando en un momento determinado).

La estructura o algoritmo básico puede definirse de la siguiente manera:

Población inicial (mediante generación aleatoria).

- Mutación.
- Evaluación y selección (se calcula el valor de aptitud de cada descendiente y mediante un proceso de selección por torneo, generalmente estocástico, se eligen las soluciones que sobreviven).

En este caso “*los individuos de la población son representados por ternas (tripleas) cuyos valores representan estados de un autómata finito*”:

- *El valor del estado actual.*
- *Un símbolo del alfabeto utilizado.*
- *El valor del nuevo estado.*

*Estos valores se utilizan, como en un autómata finito, de la siguiente manera: Teniendo el valor del estado actual en el que nos encontramos, tomamos el valor del símbolo actual y si es el símbolo de nuestra terna, nos debemos mover al nuevo estado”.*

Otra diferencia con los Algoritmos Genéticos es que en lugar de intentar simular operadores genéticos, la Programación Evolutiva pondera los vínculos de comportamiento entre el padre y la descendencia y su operador de variación principal es la mutación, elegida a partir de una distribución probabilística generalmente uniforme.

Aplicaciones de la Programación Evolutiva:

- Predicción.
- Generalización.
- Juegos.
- Control automático.
- Planeación de rutas.
- Diseño y entrenamiento de redes neuronales.
- Reconocimiento de patrones.

### 2.2.2. Estrategias Evolutivas

Las Estrategias Evolutivas surgen en 1964, en Alemania a partir de investigaciones de Ingo Rechenberg y Hans-Paul Schwefel y su objetivo era resolver problemas hidrodinámicos sumamente complejos.

En esta técnica los individuos son representados por números reales, y cada uno de ellos “es un posible óptimo de la función objetivo; la representación de cada individuo de la población consta de dos tipos de variables: las *variables objeto* y las *variables estratégicas*. Las variables objeto son los posibles valores que hacen que la función objetivo alcance el óptimo global y; las variables estratégicas son los parámetros mediante los que se gobierna el proceso evolutivo o, en otras palabras, las variables estratégicas indican de qué manera las variables objeto son afectadas por la mutación.

Haciendo una analogía más precisa, el genotipo en las Estrategias Evolutivas es el conjunto formado por las variables objeto y las variables estratégicas. Y, el fenotipo son las variables objeto, ya que conforme se da la variación de éstas, se percibe un mejor o peor desempeño del individuo”.

En la versión original, denominada (1+1)-EE, había un solo padre y un solo hijo que debía competir con el padre, y si resultaba mejor lo suplantaba. En este caso los peores individuos tienen cero probabilidades de ser seleccionados, por lo cual se llama a este tipo de selección *extintiva*. Luego, en 1973, se modificó la estrategia, ahora denominada ( $\mu+1$ )-EE, donde  $\mu$  padres generan un hijo, que mediante el mismo tipo de selección extintiva, puede suplantar al padre menos apto. Más tarde, Schwefel realizó nuevas modificaciones llamadas ( $\mu + \gamma$ )-EEs y ( $\mu, \gamma$ )-EEs donde la selección se realiza sobre los  $\mu$  mejores individuos de las generaciones siguientes.

Una característica fundamental en las Estrategias Evolutivas es que poseen un mecanismo de autoadaptación en el que no sólo evolucionan las variables del problema, sino también los parámetros de la técnica, las desviaciones estándar.

Si bien, tanto la Programación Evolutiva como las Estrategias Evolutivas operan al nivel del fenotipo, ésta última, a diferencia de la primera, usa selección determinística.

Otra característica que las diferencia es que, mientras la Programación Evolutiva es una abstracción al nivel de las especies, las Estrategias Evolutivas lo son al nivel de un individuo y, en consecuencia, la recombinación (cruzamiento entre especies diferentes) está presente.

Aplicaciones de la Programación Evolutiva:

- Redes.
- Ingeniería.
- Óptica.
- Bioquímica.
- Planeación de rutas y redes.

### 2.2.3. Algoritmos Genéticos

Los Algoritmos Genéticos surgieron en 1962 en la Universidad de Michigan a partir de investigaciones de John Holland sobre sistemas adaptativos. Estas primeras ideas se consolidaron más tarde, y fueron plasmadas en 1975 su libro *Adaptation in Natural and Artificial Systems (Adaptación en Sistemas Naturales y Artificiales)*.

Los Algoritmos Genéticos se representan como una cadena de números binarios (*bits*) denominada cromosoma, donde cada posición de la cadena es un gen y el valor que se corresponde con esa posición es el alelo. Estas cadenas de *bits*, llamadas individuos, configuran las soluciones candidatas del problema de optimización que, tras ser evaluadas a partir de su función de aptitud, pasan a un proceso de selección que escoge a los individuos mejor adaptados para reproducirse. Este proceso de cruce (la reproducción sexual es el operador genético principal) y mutación produce una nueva generación de individuos, con nuevas características genéticas, que recomenzará el ciclo.

#### 2.2.3.1. Estructura de un Algoritmo Genético

- Generar (aleatoriamente) una población inicial.
- Calcular aptitud de cada individuo.
- Seleccionar (probabilísticamente) sobre la base de su aptitud.
- Aplicar operadores genéticos (cruza y mutación) para generar la siguiente población.
- Repetir el ciclo hasta que cierta condición se satisfaga.

Para poder aplicar el Algoritmo Genético se requiere de los cinco componentes básicos siguientes:

- Una representación de las soluciones potenciales del problema.
- Una forma de crear una población inicial de posibles soluciones (normalmente un proceso aleatorio).
- Una función de evaluación que juegue el papel del ambiente, clasificando las soluciones en términos de su “aptitud”.
- Operadores genéticos que alteren la composición de los hijos que se producirán para las siguientes generaciones.
- Valores para los diferentes parámetros que utiliza el Algoritmo Genético (tamaño de la población, probabilidad de cruce, probabilidad de mutación, número máximo de generaciones, etc.).

#### 2.2.3.2. Evaluación y selección

Cada uno de los individuos de la población constituye una posible solución al problema, que debe ser evaluada y calificada. La puntuación, llamada *aptitud (fitness)*, que se le da a cada uno, está en función de lo cerca que se encuentre de la solución.

El resultado de la evaluación determina cuales son los individuos que serán eliminados y cuales se reproducirán para crear la nueva generación, lo que asegura que la descendencia va a contener en sus genes los rasgos de los mejores candidatos.

Los Algoritmos Genéticos pueden utilizar diferentes métodos de selección de los individuos de la población, entre ellos:

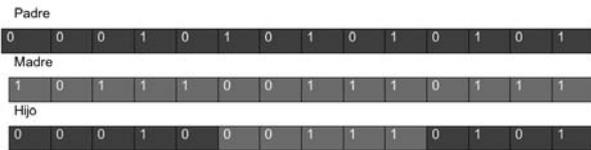
- Selección elitista.
- Selección proporcional a la aptitud.
- Selección por rueda de ruleta.
- Selección escalada.
- Selección por torneo.
- Selección por rango.
- Selección generacional.
- Selección por estado estacionario.
- Selección jerárquica.

#### 2.2.3.3. Crossover

El *crossover*, también llamado *entrecruzamiento* o *recombinación*, es el intercambio genético entre cromosomas que se utiliza como uno de los operadores genéticos para producir variedad en los individuos de una población.

Existen múltiples maneras de realizar el *crossover*, algunas de ellas se ven a continuación (esta información fue obtenida en <http://geneura.ugr.es/~jmerelo/ie/ags.htm>):

- **Crossover n-puntos:** los dos cromosomas se cortan por n puntos, y el material genético situado entre ellos se intercambia. Lo más habitual es un *crossover* de un punto o de dos puntos.



- **Crossover uniforme:** se genera un patrón aleatorio de 1s y 0s, y se intercambian los *bits* de los dos cromosomas que coincidan donde hay un 1 en el patrón. O bien, se genera un número aleatorio para cada *bit*, y si supera una determinada probabilidad se intercambia ese *bit* entre los dos cromosomas.



### 2.2.3.4. Mutación

Es otro mecanismo para generar diversidad, aunque como sucede en la naturaleza, su frecuencia es muy baja (una de cada mil replicaciones o más).

En este proceso se cambian los *bits* (de 0 a 1 ó de 1 a 0) del nuevo individuo generado, que alcanza la probabilidad determinada (ser el individuo 1.000 por ejemplo).

### 2.2.3.5. Aplicación de los Algoritmos Genéticos

Los Algoritmos Genéticos son utilizados actualmente en numerosas disciplinas, muy diversas, algunas de las cuales se enumeran a continuación:

- Acústica.
- Ingeniería.
- Astronomía y astrofísica.
- Química.
- Mercados financieros.
- Juegos.
- Geofísica.
- Matemática y algoritmia.
- Ejército.
- Biología molecular.
- Reconocimiento de patrones.
- Robótica.
- Diseño de rutas y horarios.
- Arte.

### 2.2.3.6. Ventajas de los Algoritmos Genéticos

Actualmente, los Algoritmos Genéticos están alcanzando las más variadas disciplinas debido, entre otras cosas, a las siguientes características:

- Funcionamiento en paralelo, que a diferencia de los otros algoritmos que funcionan en serie, le permiten explorar un espacio de soluciones múltiples al mismo tiempo.
- Lo anterior le permite abarcar espacios de soluciones muy grandes.
- Amplia aplicabilidad a tipos de problemas muy diversos.
- Posibilidad de combinarse con otras técnicas de optimización.
- Capacidad de autoadaptar sus parámetros.
- Capacidad de resolver problemas sin soluciones conocidas.

### 2.2.4. Comparación entre las diferentes técnicas

	Estrategias Evolutivas	Programación Evolutiva	Algoritmos Genéticos
<b>Representación</b>	Real	Real	Binaria
<b>Función de aptitud</b>	valor de la función objetivo	valor de la función objetivo ajustada	valor de la función objetivo ajustada
<b>Auto-adaptación</b>	Desviaciones Estándar y ángulos de rotación	Ninguna, Varianzas (PE-esetándar), coeficientes de correlación (meta-PE)	Ninguna
<b>Mutación</b>	Gausiana, operador principal	Gausiana, operador único	Inversión de bits, operador secundario
<b>Combinación</b>	Discreta e intermedia, sexual y panmítica, importante para la auto-adaptación	Ninguna	Cruza de z-puntos, cruza uniforme, únicamente sexual, operador principal
<b>Selección</b>	Determinística, extintiva o basada en la preservación	Probabilística, extintiva	Probabilística, basada en la preservación

Figura 3: Cuadro comparativo de las técnicas evolutivas. (Imagen obtenida de <http://www.fiec.espol.edu.ec/investigacion/topico/compeevolutiva.pdf>)

## 3. Arte evolutivo y Arte genético

Algunos artistas digitales vieron en la evolución artificial un instrumento para crear estructuras de gran complejidad que podían evolucionar en el tiempo a la manera de los organismos vivos. El poder y el atractivo de estos algoritmos radica en su capacidad para crear sistemas complejos autoorganizativos a partir de instrucciones relativamente simples. Como sostiene Karl Sims: *“Primero, tienen potencia como una herramienta que puede producir resultados que no pueden producirse de ninguna otra manera, y segundo, proveen un método único para estudiar los sistemas evolutivos”*.

### 3.1. Los trabajos de Karl Sims

Karl Sims fue uno de los primeros artistas que experimentó con las técnicas evolutivas para construir texturas, formas, movimientos y ambientes tridimensionales en sus trabajos interactivos y de animación digital. En obras como *Panspermia* (1990), *Primordial Dance* (1991) o *Liquid Selves* (1992), Karl Sims utilizó sistemas de evolución artificial para generar el material para

sus gráficos de simulación tridimensionales. Para ello, recurrió al lenguaje de programación Lisp en el que el genotipo fue representado por una serie de funciones que controlaban los parámetros para generar y transformar las imágenes (vectores de transformación, generadores de ruido, operaciones de procesamiento de imagen, etc.). Además de esto, lo más interesante fue que las mismas expresiones simbólicas de la programación eran capaces de evolucionar, mutar y ser evaluadas para generar nuevas instrucciones, es decir, que el genotipo estaba compuesto no sólo por una serie de parámetros, sino también de procedimientos que “no estaban restringidos a una estructura o tamaño específico” (Sims, 1994). Esto permite que “algunas mutaciones puedan crear expresiones mayores con nuevos parámetros y extender el espacio de posibles fenotipos (Sims, 1994).

En un ejemplo de aplicación de una evolución artificial de los parámetros de una estructura, la mutación de los parámetros está controlada por un índice de probabilidad. “Cada parámetro es normalizado entre 0.0 y 1.0, y luego, se copia cada valor genético del gen  $g_i$  desde el padre al hijo con una cierta probabilidad de mutación  $m$ . La mutación se lleva a cabo sumando porcentaje aleatorio  $+d$  a los genes. Así, un nuevo genotipo  $G'$  es creado utilizando cada gen,  $g_i$  de un genotipo de los padres” (Sims, 1994).

```

For each  $g_i$ 
  If  $\text{rand}(0,1.0) < m$ 
    then  $g'_i = g_i + \text{rand}(-d, d)$ 
      clamp or wrap  $g'_i$  to legal bounds.
    else  $g'_i = g_i$ 

```

Tanto los parámetros como las expresiones simbólicas pueden aparearse y reproducirse a partir de combinación sexual (operador principal) para generar una nueva estructura. Operadores como el *crossover*, o métodos probabilísticos entre ambos padres son utilizados. Un ejemplo de combinación entre dos expresiones es la siguiente:

```

padre1: (* (abs X) (mod X Y))
padre2: (* (/ Y X) (* X -.7))
hijo1: (* (abs X) (mod X Y))
hijo2: (* (abs X) (* X -.7))
hijo3: (* (/ Y X) (mod X Y))
hijo4: (* (/ Y X) (* X -.7))

```

Un ejemplo de lo anterior se puede observar en las imágenes tridimensionales de las plantas utilizadas en *Panspermia*, que son capaces de crecer y desarrollarse de forma autónoma. Un grupo de parámetros “genéticos” determinan la forma de las estructuras tridimensionales y de qué manera se va a producir su

desarrollo a través del tiempo. Esto se ve en las ramificaciones que surgen como un encadenamiento de segmentos que describen un comportamiento de tipo fractal.



Figura 4:  
Imagen de la obra *Panspermia*  
(Imagen obtenida de <http://www.genarts.com/karl/panspermia.html>)

La selección en las obras de Sims se produce, por lo general, a través del proceso que él denomina “selección interactiva”, donde el espectador es el que elige que imágenes deben permanecer y reproducirse, y cuales deben ser eliminadas. La función de aptitud mide, entonces, cuales imágenes son “elegidas” por sobre el resto y cuales no.

En *Galápagos* (1997), en una instalación interactiva compuesta por doce computadoras con imágenes de organismos virtuales que crecen y se desarrollan, se observa este fenómeno de “selección interactiva” ya que cada una de las pantallas posee un sensor de pisado frente a ella que puede evaluar cuáles de los organismos son más atractivos para los observadores. Los elegidos sobreviven, se aparean, mutan y se reproducen mientras que los otros son eliminados. Cada nueva generación deriva genéticamente de sus padres, pero, con una mutación aleatoria para generar diversidad.

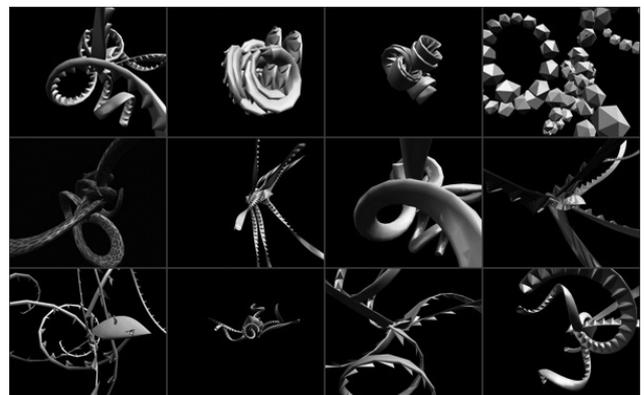


Figura 5:  
Evolución de la descendencia a partir de un padre (cuadro superior izquierdo) en la obra *Galapagos*.  
(Imagen obtenida de <http://www.genarts.com/galapagos/index.html>)

### 3.2. A-volve de Christa Sommerer y Laurent Mignonneau

Christa Sommerer estudió Biología y Botánica en la Universidad de Viena, Pedagogía del Arte y Escultura Moderna. Laurent Mignonneau estudió Arte Moderno y Video Arte en la Escuela de Bellas Artes en Angouleme, Francia. A estos dos artistas podemos considerarlos, también, pioneros en la investigación y desarrollo de sistemas interactivos de vida artificial aplicados al arte, especialmente en el campo de las instalaciones interactivas.

Un ejemplo de ellos es A-Volve (1994-1995), una instalación interactiva conformada por una pileta de vidrio habitada por “criaturas virtuales” con los cuales el espectador puede interactuar. Los visitantes pueden dibujar un contorno bidimensional con su dedo sobre una pantalla sensible al tacto y darle vida a estas criaturas que toman forma tridimensional y comienzan a nadar en el agua para integrarse al ecosistema de realidad mixta.

El código genético se compone de los vértices  $x$ ,  $y$ ,  $z$  y los valores de color y textura, que dependen de la velocidad del trazo. Por otra parte, un algoritmo que describe una onda (derivado de los valores  $x$ ,  $y$  y del dibujo original) es aplicado sobre el cuerpo de la criatura para permitir su desplazamiento en el agua.

Lo original en esta obra es que el trazo realizado no sólo establece la forma de las criaturas virtuales, sino también su tipo de movimiento y comportamiento, lo que determinará en última instancia su desenvolvimiento frente a su entorno y a los demás organismos. Como expresan los autores “*el comportamiento es una expresión de la forma. La forma es una expresión de la adaptación al entorno*”.

La evolución es producto del desarrollo de las criaturas mejor adaptadas, en principio, por su capacidad para desplazarse en el agua (establecido por su forma). Su nivel de aptitud (*fitness*) se describe como la habilidad de alcanzar un objetivo en un cierto tiempo. Esta característica, sumada al sistema de visión interna, que le permite determinar su posición y estatus dentro de la piscina, estipula si la criatura se convierte en depredador o presa. Cuando un cazador encuentra a alguien más débil absorbe su energía, y cuando esta energía alcanza un cierto nivel la criatura puede aparearse y reproducirse para generar una descendencia que tendrá el código genético de sus padres.



Figura 6:  
Organismos tridimensionales en A-volve.  
(Imagen obtenida de <http://www.interface.ufg.ac.at/christa-laurent/WORKS/FRAMES/FrameSet.html>)

Un segundo nivel de interacción se establece ya que los visitantes, además de crear las criaturas, tienen la capacidad de moverlas y empujarlas, con lo cual pueden influir en su comportamiento al atraer y proteger a una presa, espantar a un predador, o unir a dos de ellas para que se reproduzcan. De esta manera son parte del proceso de “selección natural”, ya que pueden influir en la evolución del sistema.

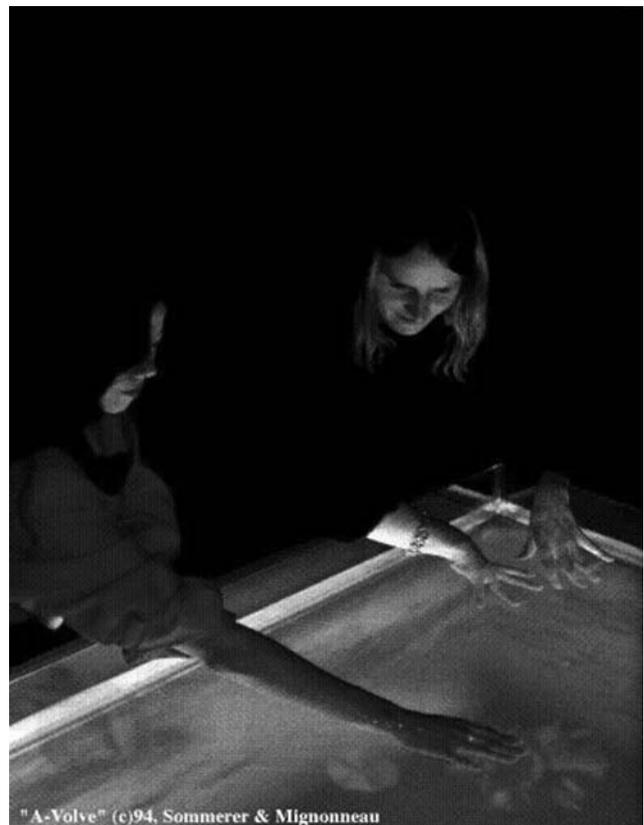


Figura 7:  
A-volve.  
(Imagen obtenida de <http://www.interface.ufg.ac.at/christa-laurent/WORKS/FRAMES/FrameSet.html>)

## 4. Conclusión

En los avances más importantes de los últimos tiempos dentro de la Inteligencia Artificial se encuentran los desarrollos en los Algoritmos Evolutivos, en especial los genéticos, utilizados actualmente en innumerables aplicaciones que van desde la ingeniería, física, matemáticas, biología e informática hasta el arte. Su enorme capacidad de autoadaptación a problemas de gran complejidad y envergadura junto con su relativa sencillez hacen de ellos una herramienta poderosa para la resolución de problemas de optimización.

En la relación entre arte y tecnología, en la que ambas se nutren mutuamente de sus desarrollos, los Algoritmos Evolutivos, al igual que los sistemas difusos y las redes neuronales, encontraron en el arte digital interactivo un terreno donde expresarse. Los artistas encontraron en estas técnicas computacionales para resolución de problemas, apoyadas en los paradigmas de la evolución biológica, un medio efectivo para simular comportamientos de sistemas evolutivos autoorganizativos sumamente complejos como los que existen en la Naturaleza, quizás como una manera de independizar la obra de arte, de darle autonomía para relacionarse con su entorno, si entendemos esto como uno de los paradigmas del arte interactivo.

En el mismo sentido estas técnicas permitieron ir más allá de la interacción lineal, donde una acción tiene una respuesta simple y única. Ahora, esta acción simple permite crear una serie de eventos encadenados que conforman una estructura mayor en evolución.

## Referencias bibliográficas

- 1 Koza, J.R. *Genetic Programming*. Cambridge-Massachusetts-Londres-Inglaterra: MIT Press, 1998.
- 2 Mitchel, M. *An introduction to Genetic Algorithms*. Cambridge-Massachusetts-Londres-Inglaterra: MIT Press, 1999.
- 3 Marczyk, A. *Algoritmos genéticos y computación evolutiva*. 2004. Actualmente en línea: <http://thegeek.org/docs/algen/>
- 4 *Introduction to Genetic Algorithms*, consultado el 5 de noviembre de 2005, actualmente en línea: <http://cs.felk.cvut.cz/~xobitko/ga/>
- 5 Wikipedia, "Computación Evolutiva", consultado el 5 de noviembre de 2005, actualmente en línea: [http://es.wikipedia.org/wiki/Computaci%C3%B3n\\_evolutiva](http://es.wikipedia.org/wiki/Computaci%C3%B3n_evolutiva)
- 6 Wikipedia, "Algoritmos Evolutivos", consultado el 5 de noviembre de 2005, actualmente en línea: [http://en.wikipedia.org/wiki/Evolutionary\\_algorithm](http://en.wikipedia.org/wiki/Evolutionary_algorithm)
- 7 Wikipedia, "Programación Evolutiva", consultado el 5 de noviembre de 2005, actualmente en línea: [http://es.wikipedia.org/wiki/Programaci%C3%B3n\\_evolutiva](http://es.wikipedia.org/wiki/Programaci%C3%B3n_evolutiva)
- 8 Wikipedia, "Algoritmos Genéticos", consultado el 5 de noviembre de 2005, actualmente en línea: [http://es.wikipedia.org/wiki/Algoritmos\\_gen%C3%A9ticos](http://es.wikipedia.org/wiki/Algoritmos_gen%C3%A9ticos)
- 9 "Arte Cibernético", consultado el 10 de agosto de 2005, actualmente en línea: <http://vereda.hacer.ula.ve/artecibernetico/abiogen1.htm>,
- 10 "Algoritmos Genéticos", consultado el 3 de octubre de 2005, actualmente en línea: <http://apuntes.rincondelvago.com/algoritmos-geneticos.html>
- 11 Consultado el 5 de noviembre de 2005, actualmente fuera de línea: <http://cs.felk.cvut.cz/~xobitko/ga>
- 12 "Arte Cibernético", consultado el 10 de agosto de 2005, actualmente en línea: <http://vereda.hacer.ula.ve/artecibernetico/abiogen1.htm>
- 13 "Algoritmos Genéticos", consultado el 3 de octubre de 2005, actualmente en línea: <http://apuntes.rincondelvago.com/algoritmos-geneticos.html>
- 14 Penny, S. *The Darwin Machine: Artificial Life and Interactive Art*. Reino Unido: New Formations, 1996.
- 15 Sims, K. "Artificial Evolution for Computer Graphics", en *Computer Graphics*. 1991, 25(4), pp. 319-328.
- 16 Sims, K. "Evolving 3D Morphology and Behavior by Competition", en *Artificial Life IV Proceedings*, R. Brooks & P. Maes-MIT Press: 1994, pp. 28-39.
- 17 Karl Sims, K. "Evolving Virtual Creatures", en *Computer Graphics, Annual Conference Series*. SIGGRAPH '94 Proceedings: 1994, pp.15-22.
- 18 Sommerer, C. y Mignonneau, L. *A-volve*. 1994. Consultado el 5 de noviembre de 2005, actualmente fuera de línea: <http://www.interface.ufg.ac.at/christalautent/WORKS/FRAMES/FrameSet.html>

---

Proyecto de investigación "Desarrollo en multimedia del arte bio-generativo y los sistemas de captación del gesto y la emoción humana.", Director Carmelo Saitta, Facultad de Bellas Artes de la Universidad Nacional de La Plata (Argentina), Diag. 78 N° 680 Ciudad de La Plata Tel. 54-221-432-0532 [matiasromeroc@yahoo.com.ar](mailto:matiasromeroc@yahoo.com.ar)





---

#### EMILIANO CAUSA

Artista multimedia e ingeniero en Sistemas de Información (recibido en la Universidad Tecnológica Nacional).

Es integrante fundador del Grupo Proyecto Biopus, coordinador de la Secretaría de Investigación y Posgrado del Área Transdepartamental de Artes Multimediales del IUNA, Coordinador del MediaLab del Centro Cultural de España en Buenos Aires. Se desempeña como docente e investigador en el Facultad de Bellas Artes (UNLP) y en Área Transdepartamental de Artes Multimediales (IUNA).

Se dedica al arte multimedia, arte biogenerativo, net-art, a la música y video experimental, a la construcción de instalaciones con sensores y a la aplicación de la informática al arte en general.



---

#### ANDREA SOSA

Es licenciada en Producción Multimedial y licenciada en Realización de Cine, Video y TV, diplomada en la Facultad de Bellas Artes, Universidad Nacional de La Plata.

Desarrolla proyectos en el campo del Arte Interactivo y la Realización Audiovisual. Se desempeña como docente e investigadora en la carrera de Diseño Multimedial (cátedras “Lenguaje Multimedial III” y “Diseño Audiovisual”), Facultad de Bellas Artes, Universidad Nacional de La Plata; y en la carrera de Artes Multimediales (Cátedras “Diseño Multimedia I y II” y “Lenguaje Audiovisual”), IUNA.

# La computación afectiva y el arte interactivo

Emiliano Causa y Andrea Sosa

---

## Palabras claves

Computación afectiva, Arte Interactivo, expresiones faciales, emoción, respuestas emocionales.

## 1. Introducción

Esta tarde

*Balaustrada de brisa  
para apoyar esta tarde  
mi melancolía.*

Giuseppe Ungaretti

En los últimos años asistimos a cambios vertiginosos en el campo de la *Human Computer Interaction*. Interacción Humano/Computadora, HCI). Particularmente, se pueden observar avances en paralelo en tres campos de acción: 1) el de la interfase, 2) el de la conectividad y, 3) el del comportamiento de los sistemas.

En el primer eje, nos encontramos con el desarrollo de **nuevas interfases** que permiten novedosas conexiones entre el cuerpo y la experiencia. Desde las pantallas sensibles al tacto, monitores holográficos, pantallas de vapor, humo, hasta los sistemas de captación de movimientos y gestos. Un sinnúmero de posibilidades que hacen a la experiencia más intuitiva, a la vez que permiten manejar nuevas dimensiones y precisar el gesto. Por ejemplo, cuando se pasa de un teclado convencional a un sistema capaz de captar el desplazamiento en el espacio, o la ubicación de mis pupilas (para determinar hacia dónde miro). La interfase ha evolucionado tanto, que permite la generación de nuevos territorios, como los que ofrecen la Realidad Virtual y las más recientes Realidades Aumentadas.

En el segundo eje, el de la **Conectividad**, nos encontramos ante la posibilidad de conectar diferentes espacios/tiempos. Hoy en día los dispositivos inalámbricos están en boga, las redes comandan el mundo de la información. Si las interfases hicieron

posible la Realidad Virtual, la conectividad abrió camino al Ciberespacio y a Internet. En poco tiempo podremos manejar nuestros electrodomésticos desde el teléfono celular, acaso el dispositivo más importante en el proceso de democratización de la tecnología. Y ya nadie duda que Internet es un centro mundial, en cuanto a la acumulación y difusión del conocimiento, y a las plataformas de comunicación que promueve.

Finalmente, en el tercer eje, nos encontramos con el desarrollo del **comportamiento de los sistemas**. En esta línea, la Inteligencia Artificial ha sido la disciplina que obtuvo los mayores avances. En las dos últimas décadas se han desarrollado algunas de sus ramas (de la línea “conexionista”): la vida artificial, los Algoritmos Genéticos, las redes neuronales. En el comportamiento de los sistemas se ve una marcada evolución hacia los sistemas autoorganizativos, capaces de desarrollar comportamientos autónomos sostenidos, y de evolucionar y adaptarse sin la intervención humana.

Es en esta última línea en la que se centra el presente trabajo, particularmente en los intentos por lograr una interacción humano/computadora más eficiente mediante la articulación de la comunicación emocional, la *computación afectiva*. La afectividad es una dimensión significativa del comportamiento y la comunicación humana. Lograr que las computadoras puedan comprender nuestras emociones y a la vez que puedan “expresar” (o simular) emociones propias, sería un paso importante para establecer un cambio cualitativo en la interactividad.

Cada uno de estos tres ejes de acción (la interfase, la conectividad y el comportamiento) está ejerciendo notorias influencias en las formas de producir, reproducir y concebir el arte. El campo de las Artes Electrónicas incorpora en sus producciones los avances en la Informática y particularmente la HCI. El caso de la Computación Afectiva no es una excepción y ya existen desarrollos artísticos relacionados a la capacidad de captar y generar emociones.

## 2. Naoko Tosa y el arte de la emoción

Naoko Tosa es una de las primeras artistas que investigó el uso de la Computación Afectiva con fines artísticos. Es artista e investigadora en medios, profesora invitada en la Escuela de Graduación de Ciencia y Tecnología de la Universidad de Kobe y profesora en la Universidad de Arte de Musashino. Naoko Tosa ha investigado el reconocimiento de emociones para la realización de instalaciones interactivas, principalmente, generando personajes virtuales capaces de captar y responder a las emociones de los visitantes.

### 2.1 El uso artístico del ritmo cardíaco en “Unconscious Flow”

*Unconscious Flow* es un trabajo desarrollado por Naoko Tosa. Se trata de una instalación interactiva que aprovecha ciertos aspectos del lenguaje no verbal en su discurso, concretamente, utiliza el ritmo cardíaco (y sus variaciones) de los participantes para testear los niveles de tensión-distensión y el grado de interés mutuo. La instalación consta de una cabina con una pantalla donde se muestran dos avatares con forma de sirena que representan a los participantes. Estos avatares se mueven en función de los movimientos de las manos de los dos participantes que pueden ingresar a la sala. A su vez, el ritmo y variación del ritmo cardíaco son testeados con electrodos en los brazos de los visitantes. Las sirenas desarrollan comportamientos, que varían de la hostilidad hasta la empatía, en función de los parámetros de tensión e interés que muestran los participantes en sus signos vitales. Uno de los elementos impactantes de este trabajo es que el ritmo y variación del ritmo cardíaco son signos involuntarios y, por ende, una muestra “sincera” del estado emocional.

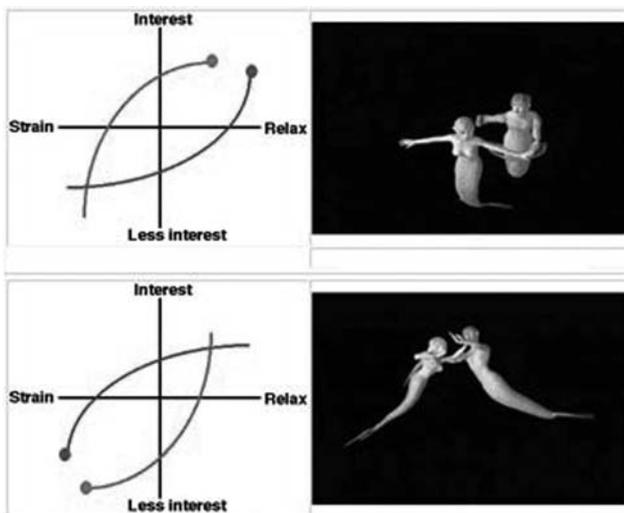


Figura 1:  
Comportamiento de los avatares de “Unconscious Flow” en función de los niveles de tensión e interés (imagen obtenida en <http://www.tosa.media.kyoto-u.ac.jp/>).

## 3. La Computación Afectiva

La Computación Afectiva (*Affective Computing*) es una disciplina de la Inteligencia Artificial que intenta desarrollar métodos computacionales orientados a reconocer emociones humanas y generar emociones sintéticas. La fundadora de esta línea de trabajo es Rosalind Picard, investigadora del Massachusetts Institute of Technology, (MIT), quien publicó el libro *Affective Computing* en el año 2000.

Esta disciplina surge frente a la necesidad de optimizar la interacción entre personas y computadoras, pero, también se inscribe en la investigación de los procesos inteligentes. Como aclara dicha autora, las emociones son una parte muy importante de nuestras decisiones (aún de las que parecen más “racionales”). Como prueba de esto, Picard expone casos en donde, personas que sufrieron lesiones en regiones del cerebro asociadas a las emociones, sufrían consecuentemente cierta incapacidad frente a la toma de decisiones y determinados razonamientos lógicos. Teniendo en cuenta, entonces, el lugar que parece ocupar las emociones en los procesos inteligentes, Picard propone que, a la hora de modelar procesos inteligentes, deberemos tener en cuenta a los procesos emocionales y la forma en que estos participan en la inteligencia. Podemos plantear dos problemáticas de las que se ocupa la Computación Afectiva:

- El reconocimiento de emociones (y de expresiones emotivas) humanas por parte de una computadora.
- La simulación (o generación) de estados y expresiones emocionales con computadoras.

En la primera, el objetivo es captar aquellos signos relacionados con la expresión de emociones y lograr interpretar estados emocionales en función de dichos signos. Este es un tema muy complejo en el que es difícil obtener precisión. De hecho, no existe una terminología universalmente consensuada a la hora de referirse a estos fenómenos.

En la segunda, se intenta que las computadoras puedan simular procesos emocionales sobre la base de ciertos modelos. Aquí se puede reflexionar respecto a si una computadora puede realmente tener emociones, pero, esta disciplina sólo intenta simular dichos procesos de forma tal que resulten verosímiles, dejando de lado estas controversias.

Sí bien, el fin último es desarrollar ambas líneas para lograr la mejor interacción humano-computadora posible, estas problemáticas pueden ser abordadas de forma aislada.

## 4. La emoción

Cuando hablamos de Computación Afectiva y, por ende, de la captación y la simulación de las emociones, se hace necesario definir lo que es la materia prima de esta disciplina: *la emoción*. Para comprender su naturaleza abordaremos, en un primer paso, el nivel de su definición. Es importante señalar que en las disciplinas dedicadas a su estudio, no existe un consenso general acerca de su especificidad, los enfoques suelen ser divergentes.

Por un lado, se tiende a homologar el concepto de *emoción* a nociones tales como “sentimiento”, “afecto”, “motivación”, “ánimo”. Por otra parte, cada abordaje atiende a diversos aspectos: algunos definen *emoción* en tanto comportamientos físicos observables (llorar, reír, etc.); otros la definen con relación a cambios fisiológicos mensurables (los cuales no necesariamente son externamente discernibles); algunos piensan su definición en referencia a los tipos de experiencias conscientes involucradas en su generación; otra línea, la definirá en función de la actividad cerebral que le da soporte.

Desde una vertiente etimológica, el Diccionario de la Real Academia Española, definirá emoción en tanto “*alteración del ánimo intensa y pasajera, agradable o penosa, que va acompañada de cierta conmoción somática*”.

Aunque poco esclarecedora, aparecen aquí, en germen, dos componentes esenciales a la hora de estudiar todo fenómeno emocional. Por un lado, una vertiente conectada al ánimo y, por otro, la existencia de ciertas manifestaciones corporales.

Otras nociones convencionales caracterizan a la *emoción* como una respuesta desorganizada, profundamente visceral, resultante de la ausencia de un procesamiento racional. Este enfoque claramente, excluye cualquier injerencia de procesos cognitivos en su generación.

En un enfoque más sugerente, la esencia de la emoción estaría dada por “*un cambio en la destreza para la acción*” (Frijda, 1986). De este modo, la emoción no llevaría a una acción fija, sino a la generación de una tendencia de acción.

Pensar en tendencias, recupera la mirada no lineal, y abre camino hacia el conocimiento de la multiplicidad de factores que intervienen en todo proceso emocional.

### 4.1. La emoción: modelos básicos

En cuanto a la emoción, existen tantos modelos y definiciones como escuelas y disciplinas psicológicas hay en el mundo. La Computación Afectiva sigue en muchos casos ciertas líneas conductistas que se desarrollaron en Estados Unidos.

Si bien los modelos conductistas de la emoción, suelen ser demasiado simplistas y nos resultan inacabados para comprender la complejidad humana, cierto pragmatismo a la hora de ofrecer un modelo para la captación y la simulación los hacen adecuados para el campo de estudio abordado.

A continuación, veremos un modelo que nos puede guiar en la comprensión de la emoción. En el siguiente gráfico, ilustramos tres instancias claves para comprender el proceso emotivo: los *estímulos* que le dan origen, el surgimiento de la *emoción* y el nivel de la *expresión* de dicho estado (aspecto que hace posible la identificación del estado emocional que experimenta un sujeto por parte de otro).

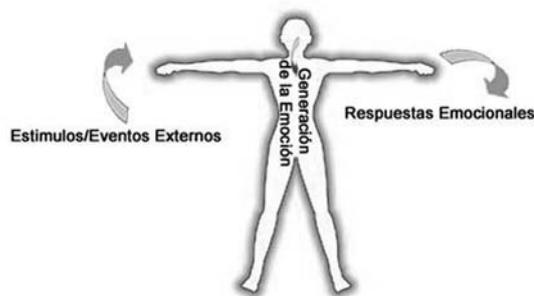


Figura 2:  
Generación de la emoción.

Edmund Rolls, investigador y profesor de la Universidad de Oxford, definirá *emoción* en tanto: “*estados producidos por premios y castigos, incluyendo cambios en las premios y castigos*” (Rolls, 1990 y 2000). Un premio o recompensa sería todo aquello por lo que un individuo accionaría. Un castigo todo aquello de lo cual un individuo intentaría escapar o evitar.

En el primer caso, puede citarse como ejemplo, una caricia, la alegría producida al recibir una carta de un ser querido, el encuentro fortuito de un billete en la vía pública, etc. En el segundo caso, el miedo que puede experimentarse al cruzar una calle y oír una bocina intempestiva, la expresión de enojo en un rostro, la pérdida de un objeto valioso, etc. Otro caso lo constituye el alivio, producido por la omisión o la finalización de un estímulo determinado.

Las emociones, estarían entonces motivadas por la obtención, omisión o finalización de un estímulo de premio o castigo. En un segundo momento, Rolls elabora una definición ligeramente más formal, y en vez de hablar de premios y castigos propone el concepto de refuerzo (*reinforce*).

## 4.2. Una tipología

Rolls bosqueja, en el siguiente esquema, una tipología de emociones asociadas a estos conceptos, trazando para ello cuatro ejes: la aparición de un refuerzo positivo (S+), la aparición de un refuerzo negativo (S-), la omisión de un refuerzo positivo o la finalización de un refuerzo positivo (S+/S+) y, finalmente, la omisión de un refuerzo negativo o la finalización de un refuerzo negativo (S-/S-!). La intensidad se incrementa desde el centro del diagrama en una escala continua.

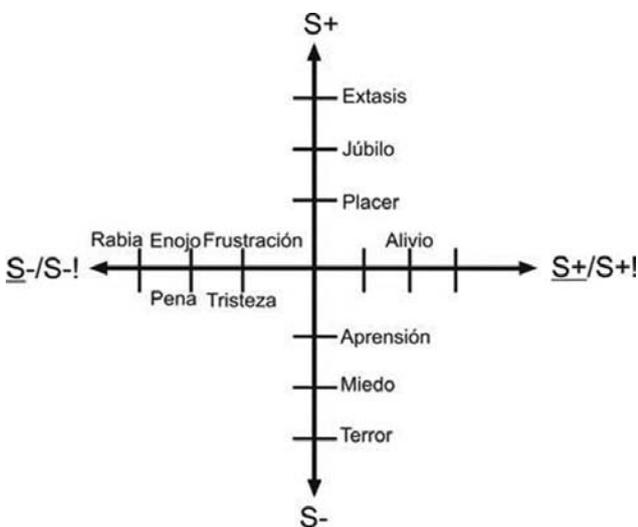


Figura 3:  
Tipo de refuerzo y emociones por Edmund Rolls.

Ahora bien, ¿Existen emociones causadas por estímulos o eventos que no son ni premios ni castigos? ¿Todos los estímulos de castigo o premio causan emociones? Aún más importante: ¿Se pueden establecer relaciones directas entre eventos y respuestas emocionales?

Responder afirmativamente a esta última pregunta sería asumir una relación lineal inexistente y reducir la complejidad del fenómeno. En verdad, son múltiples los factores que influyen en la configuración de un estado emotivo. Aún así, de manera evidente o solapada, la valoración de una instancia-evento-sujeto-objeto en términos positivos o negativos sería crucial en su configuración.

### 4.2.1. “Neuro Baby” y “MIC & MUSE”

Naoko Tosa posee dos trabajos que utilizan la entonación

vocal como forma de captación de la emoción humana. “Neuro baby” es un bebé virtual (proyectado en un monitor dentro de una cuna de bebé) que puede comprender las respuestas y emociones humanas a través de la entonación vocal. “MIC y MUSE” son versiones mejoradas de la temática implementada en “Neuro Baby”. MIC puede reconocer los siguientes estados emocionales:

- Contento (feliz, satisfecho): excitado, vigoroso, la voz sube al final de las frases.
- Enojado (descontento): la voz cae al final de las frases.
- Sorprendido (“shockeado”, confundido): gritando, voz excitada.
- Triste (vacío, angustiado): voz débil, callado.
- Disgusto: voz repulsiva.
- Bromista (sarcástico): voz incisiva.
- Miedo: asustado, voz aguda, estridente.

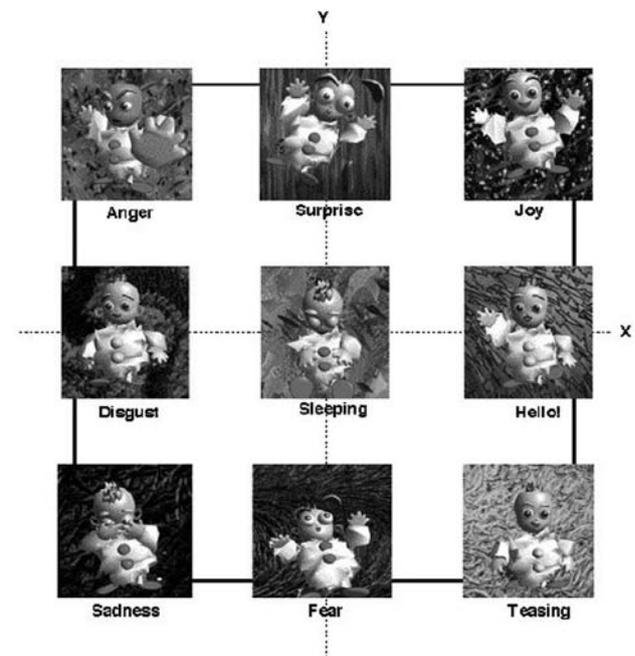


Figura 4:  
Avatares de “Mic” para cada una de las emociones, la imagen central corresponde a una emoción neutra (en este caso representada como “durmiendo”), (imagen obtenida en <http://www.tosa.media.kyoto-u.ac.jp/>).

El “bebé virtual” va respondiendo a la forma en que le hablan las personas. Si bien MIC no puede comprender qué le están diciendo las personas, sí puede comprender cómo se lo están diciendo. Este tipo de comportamiento, en donde un avatar es capaz de responder a nuestros estados anímicos (o a la forma en que los expresamos) genera un fuerte compromiso en el proceso de la interacción y la comunicación.

#### 4.2.2. La adaptación y la evaluación

Volviendo al modelo de los estímulos de Edmund Rolls, notamos que, según esta teoría, la mayoría de las recompensas y castigos provienen de estímulos externos no relacionados con estados de necesidad internos. Sin embargo, existe una segunda clase de emociones, que reconoce la mediación de procesos cognitivos y las asociaciones personales del sujeto como factores determinantes en la generación de emociones.

Si como apunta Paolo Petta, en un sentido amplio, la emoción puede ser entendida como un mecanismo flexible de adaptación que ha evolucionado de sistemas de adaptación más rígidos, como los reflejos y los impulsos fisiológicos (Paolo Petta, 2002), veremos que la flexibilidad del mecanismo se nutre de numerosas instancias; siendo central la ponderación por parte del sujeto de las variables puestas en juego a la hora de suscitarse el estado emocional.

Edmund Rolls hará esta misma distinción introduciendo la noción de aprendizaje como eje diferenciador entre ambas instancias. Este tipo de aprendizaje basado en las asociaciones subjetivas lo denominará “asociación refuerzo-estímulo”, vinculando los refuerzos primarios a las resonancias subjetivas del refuerzo en ocasiones precedentes.

La flexibilidad de la emoción, se obtiene, por ende, desarticulando la relación lineal en el comportamiento frente a los eventos estímulo. De este modo, la base del proceso emotivo, se asienta en la evaluación (*appraisal*) de un acontecimiento con respecto a la significancia adaptativa para el individuo, seguido de la generación de una tendencia de acción que apunta a cambiar la relación entre el individuo y el entorno (Fridja, 1986).

Este enfoque, se enmarca dentro de las denominadas “Teorías de evaluación” (*appraisal theories*). Las mismas enfatizan el rol de la evaluación continua del entorno, sobre la base de hipótesis que esgrime el sujeto. Esta evaluación constituye un elemento clave, mediando entre los acontecimientos y las emociones, y nos permite comprender porqué el mismo evento puede dar pie a diferentes emociones en diferentes individuos, o incluso en un mismo individuo, en diferentes momentos.

El proceso de evaluación, considera numerosos factores, para Reekum y Scherer (Paolo Petta, 2002) los vectores esenciales estarían dados por:

- La percepción de un cambio en el entorno que capta la atención del sujeto (= novedad y expectativa).
- El placer o displacer percibido en virtud del estímulo o evento (= valencia).
- La importancia del estímulo o evento para los objetivos e intereses del sujeto (= consistencia del motivo).
- La noción de quién o qué causó el evento (= entidad o responsabilidad).
- La habilidad estimada para abordar el evento y sus consecuencias (= control percibido, poder o potencial de salir adelante).
- La evaluación de las propias acciones con relación a estándares morales o normas sociales (= legitimidad) y el ideal de uno mismo.

Rolls, del mismo modo, presupone un amplio rango de emociones resultantes de los siguientes factores:

- La contingencia del refuerzo (por ejemplo: si el premio o castigo es dado o retenido).
- La intensidad del refuerzo.
- El número de diferentes asociaciones del refuerzo (por ejemplo, un estímulo puede ser asociado tanto con un premio como con un castigo, promoviendo estados tales como el conflicto y la confusión).
- La diferencia en los refuerzos primarios a los cuales se asocian los estímulos.
- La diferencia en los estímulos de refuerzo secundario, dando origen a diferentes emociones (incluso si el refuerzo primario es similar).
- La emoción suscitada puede variar si existe la posibilidad de una respuesta en el comportamiento, pasiva o activa (por ejemplo: si una respuesta activa puede ocurrir al precio de omitir un refuerzo positivo, entonces podría emanar el enojo, pero, si solo el comportamiento pasivo es plausible, entonces podrían aparecer la tristeza, la depresión o la pena).

#### 4.3. La cara visible de la emoción

Independientemente de las definiciones y análisis de la emoción que hagamos, a los fines de lograr la captación y/o la simulación de los procesos

emocionales, debemos estudiar las manifestaciones de estos procesos.

Toda emoción una vez generada, emerge de la intangibilidad, a través de comportamientos emocionales, a través de manifestaciones externas. Si como establecía Frijda, la emoción genera un cambio en la destreza para la acción, es precisamente en la acción y el comportamiento donde la emoción halla sus canales de expresión, su cara visible.

Retomando la definición de la Real Academia Española, estamos abordando ahora el nivel de las conmociones somáticas que acompañan a todo estado emocional. Vale decir, toda emoción, suele manifestarse a través del cuerpo del sujeto.

Es precisamente esta exteriorización la que permite a un sujeto comprender el estado emocional de otro. De ello se deduce que la expresión emotiva resulta ser un factor excluyente para la existencia de la función comunicativa.

Ahora bien, si diversos autores han establecido tipologías generales, la relación entre emoción y expresión no es una ecuación exacta.

Por lo pronto, podemos afirmar que existen ciertos patrones estables, los cuales permiten predecir y entender con cierta precisión el estado emocional que embarga a otro sujeto.

Al menos en parte, las emociones de todo sujeto y sus correspondientes inclinaciones de comportamiento no están azarosamente relacionadas a las situaciones. Si así fuera, no tendríamos marcos de referencia en la formulación de hipótesis. Si las emociones, motivaciones y comportamientos de las personas no están asociadas azarosamente con las situaciones que les dan surgimiento es porque existen ciertas tendencias que limitan las respuestas producidas.

Algunas veces, estas tendencias aluden a constreñimientos muy acotados (como en el caso de los reflejos) y algunas veces los marcos se amplían, como en el caso de procesos de ponderación, al circunscribir un conjunto de posibilidades, combinando otros factores (tanto personales como contextuales) en la selección de respuesta.

De cualquier modo, hay rangos en las respuestas a situaciones (esto es, en los estados afectivos internos y las condiciones que hacen surgir en las personas) y en las acciones externas que son asociadas con esos estados y condiciones.

## 5. Hacia la captación de las expresiones emocionales

Uno de los principales intereses que motiva la ligazón de la Computación Afectiva al Arte Interactivo, reside en dotar al sistema interactivo de la capacidad de captar las expresiones emocionales de las personas. Este tipo de vínculo permitiría enriquecer la interactividad, dado el papel superlativo que las emociones juegan en la comunicación. Un trabajo artístico, en donde un sistema interactivo sea capaz de interpretar las expresiones emocionales del público, podría responder más allá de las acciones que las personas ejerzan en forma voluntaria (tal es el caso del trabajo de Unconscious Flow). También podría responder más sutilmente a los estados anímicos de estas personas, estableciendo un nivel mayor de compromiso y empatía por parte del público. Las personas expresan sus emociones a través de su cuerpo, rostro, voz, postura, pero, también se pueden observar variaciones de signos como el ritmo cardíaco, la presión arterial y otros, como señal de ciertos estados emocionales. Se puede plantear una organización de las formas en que las emociones son expresadas o alteran al cuerpo, distinguiendo aquellas que pueden ser percibidas por otra persona de aquellas que requieren algún instrumental para su observación. Picard plantea la siguiente clasificación (Picard, 2000):

Percibidas por otros:

- Entonación de voz.
- Gestos, movimiento.
- Postura.
- Dilatación de pupila.

Difícil de percibir por otros:

- Respiración.
- Ritmo cardíaco.
- Temperatura.
- Respuesta electrodérmica, transpiración.
- Potencial de acción muscular.
- Presión sanguínea.

El primer grupo, son formas de expresión que pueden ser observadas por otra persona sin la necesidad de utilizar ningún instrumental; mientras que en el segundo, si bien existen casos como la respiración, que puede ser percibido por otra persona, en general, tienden a requerir ciertos instrumentos.

### 5.1. Expresiones faciales

Las expresiones faciales son la forma más conocida de expresión emocional. En la cara se posa la vista durante las conversaciones. Aún durante una teleconferencia,

las cámaras apuntan a la cara. Las expresiones faciales están sujetas a lo que Ekman llama las “reglas sociales para mostrarse”. Según las cuales determinadas “caras” son inapropiadas en determinados ámbitos. Duchenne (en 1862) identificó músculos de la cara asociados a la atención, lujuria, desdén, duda, juego. Sobre la base de este trabajo Ekman diseñó un “código de acciones faciales” (Knapp, 1980), según el mismo, existe un conjunto básico de seis expresiones faciales que son universales y a partir de las cuales se pueden obtener el resto. Los presentes intentos de reconocimiento de expresiones faciales se basan en esto.

## 5.2. Entonación vocal

Es la segunda forma más conocida de expresión emocional. Los niños reconocen la entonación vocal antes de comprender lo que se dice. Los perros también pueden reconocer la modulación afectiva de la voz, de hecho responderán a un reto con signos corporales de emoción (las orejas y la cola bajas, por ejemplo). Debido a este principio, el teléfono es más adecuado para transmitir emociones que el *e-mail* o el *chat*.

Las investigaciones de síntesis del habla apuntan a dotar a las computadoras de la capacidad de entonar (principalmente para las personas que perdieron el habla). Estas aplicaciones serían más útiles si las computadoras pudiesen reconocer la emoción de lo que se está escribiendo y entonar en consecuencia.

## 5.3. Gestos y postura

En un tercer nivel de importancia, se ubican este tipo de expresiones emocionales. El problema que surge a la hora de captar gestos y posturas, es que no existe una forma única de asociar gestos con significados (o estados emocionales), sino que la gestualidad cambia mucho entre las diversas culturas y aún diversos individuos de una misma cultura. En diferentes contextos pueden usar iguales gestos para diferentes significados. Por ejemplo, en la Figura 5 se pueden observar tres emblemas de suicidio de diferentes lugares (de izquierda a derecha: Nueva Guinea, Japón, Estados Unidos, (Knapp, 1980):



Figura 5:  
Tres emblemas de suicidio (imagen obtenida de *La comunicación no verbal* de Knapp, Mark).

## 5.4. Dilatación de la pupila

Si bien es sabido que las pupilas se contraen y dilatan en presencia de mayor o menor cantidad de luz, se ha descubierto que este comportamiento también se presenta frente a ciertos estados emocionales. “Determinadas investigaciones efectuadas por Hess hacen pensar que la respuesta pupilar podría ser un índice de actitudes, es decir, que las pupilas se dilatan en las actitudes positivas y se contraen en las negativas.” (Knapp, 1980).

## 6. Reconocimiento de expresiones faciales

En el campo de la computación, se investiga la creación de algoritmos capaces de lograr un reconocimiento de expresiones faciales. Esta línea de investigación se encuadra en el marco de la Visión Artificial (disciplina de la Inteligencia Artificial) y está íntimamente relacionada con el reconocimiento facial, que tiene aplicación en el campo de la Seguridad.

Actualmente, los sistemas de reconocimiento de expresiones faciales se encuentran en una etapa experimental. Diferentes investigadores de la disciplina Visión Artificial o Computacional (*Computer Vision*) desarrollan diversos métodos para el reconocimiento, primero, del rostro y su posición, y después, para las expresiones faciales.

Dentro del movimiento que ha impulsado el *software* con licencia “Open Source” (Código Abierto), existen unas librerías para Lenguaje C desarrolladas por Intel para aplicaciones de *Computer Vision*: OpenCV (Open Source Computer Vision de Intel). En estas librerías se encuentran un conjunto de funciones especialmente destinadas al reconocimiento visual de patrones, por ejemplo el reconocimiento de rostros humanos.

### 6.1. Reconocimiento de rostros con OpenCV (Intel)

En estas librerías para Visión Artificial existen un conjunto de funciones para el reconocimiento de patrones que se conocen como: “*cascade of boosted classifiers working with haar-like features*”. Este sistema funciona de manera tal que frente a una matriz de píxeles puede responder si se parece o no al objeto que se está buscando (devolviendo 1 ó 0). Para esto el sistema debe ser previamente entrenado.

El entrenamiento del sistema consiste en exponerle ejemplos positivos (es decir, imágenes del tipo de objeto que se desea reconocer) y ejemplos negativos (imágenes de cualquier otra cosa). Después de exponer al sistema a sucesivas muestra de ambos

tipos de ejemplos, este es capaz de reconocer patrones que se asemejan a los ejemplos positivos. Este tipo de sistema es continuación de los desarrollos de redes neuronales. Estas redes son una simulación computacional del comportamiento neuronal en el cerebro humano, el cual refuerza o inhibe conexiones entre neuronas según el aprendizaje y la experiencia. Estos modelos computacionales, imitan el comportamiento neuronal, reforzando las “conexiones” entre los elementos que ayudan a reconocer los ejemplos positivos e inhibiendo aquellas “conexiones” que inducen a error.

Una vez que el sistema está entrenado, a la hora de buscar patrones en una imagen, es necesario recorrer la imagen y comparar con diferentes tamaños dado que no se puede conocer a priori ni la ubicación ni el tamaño con que aparece un patrón en una imagen.

Las librerías de OpenCV han demostrado ser eficientes a la hora de reconocer rostros humanos en una imagen. Se muestra a continuación ejemplos de este tipo de reconocimiento.

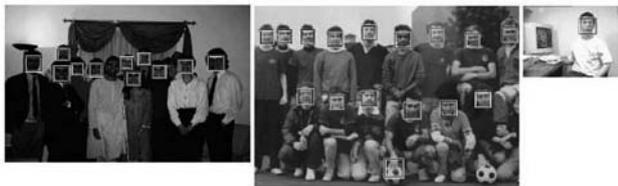


Figura 6:  
Reconocimiento de rostros (imagen obtenida de *Rapid Object Detection using a Boosted Cascade of Simple Features* de Paul Viola y Michael J. Jones).

## 6.2. Técnicas para el reconocimiento de expresiones faciales

El reconocimiento de expresiones faciales es un problema complejo que involucra diferentes cuestiones. La primera consiste en determinar cuáles son las expresiones faciales que se desean reconocer. Otro problema es el de lograr reconocer patrones a pesar del movimiento de la cabeza. Existen, a su vez, otros problemas relacionados con la determinación del inicio y final de una expresión en el tiempo y otros.

El primer problema fue estudiado ampliamente por Paul Ekman, quien realizó sus indagaciones sin intenciones de aplicar los resultados al reconocimiento computacional. Sin embargo, sus teorías son actualmente adoptadas por todos los investigadores de este tipo de sistemas. “*Ekman ha desarrollado un código para las seis emociones básicas respecto de la mayoría de las emociones, a saber, sorpresa, miedo, cólera, disgusto, felicidad y tristeza. A partir de estas expresiones, podemos derivar muchas emociones que sólo se diferencian en su intensidad o que son simples mezclas de estas emociones primarias.*” (Knapp, 1980).

A continuación podemos ver ejemplos de las seis expresiones básicas (miedo, disgusto, felicidad, miedo, sorpresa y tristeza):



Figura 7:  
Expresiones básicas (imágenes tomadas de *La comunicación no verbal* de Knapp, Mark).

Si bien, el modelo de Ekman permite enfocar el problema del reconocimiento de expresiones faciales en el reconocimiento de seis expresiones básicas, la siguiente dificultad con la que nos encontramos es la de reconocer expresiones en movimiento y no a partir de imágenes estáticas. “*Pocos estudios han investigado directamente la influencia del movimiento y la deformación de los rasgos faciales en la interpretación de las expresiones faciales. Bassili sugiere que el movimiento en la imagen de un rostro permitiría identificar emociones, aún con mínima información de la distribución espacial de los rasgos.*” (Black y Yacoob, 1995).

Para reconocer diferentes tipos de expresiones se separan regiones de la cara (como son la boca y los ojos) y se investiga el tipo de deformación que sufren, leyendo esto como un parámetro temporal. Así, cada expresión se caracteriza por un patrón temporal de deformación de los rasgos faciales.

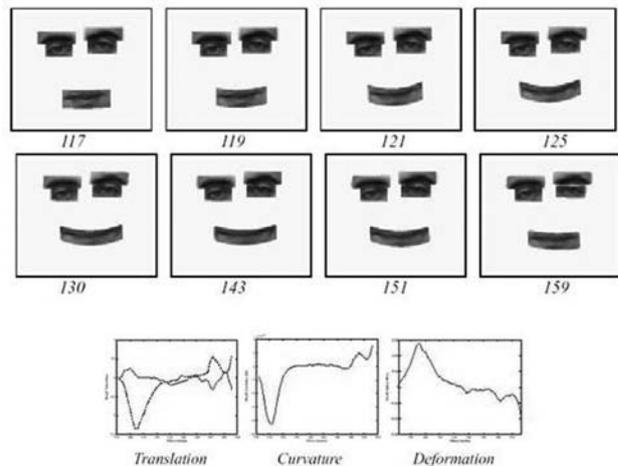


Figura 8:  
Parametrización de la expresión de “felicidad” (imagen obtenida de *Recognizing Facial Expressions in Image Sequences using Local Parameterized Models of Image Motion* de Black y Yacoob).

Por ejemplo en la Figura 8 se puede observar la parametrización de una expresión de “felicidad” como niveles temporales de translación, curvatura y deformación, de las zonas de los ojos y la boca. Michael J. Black

y Yaser Yacoob investigan este tipo de reconocimientos realizando muestreos estocásticos de este tipo de deformaciones de las zonas de la cara según las expresiones faciales, principalmente basadas en la clasificación de Ekman. Si bien, hoy en día encuentran limitaciones con respecto al costo computacional, por un lado, y la dificultad de la captación de expresiones en presencia del habla, por otro; los resultados obtenidos en sus trabajos (como muestra la Figura 9) son asombrosos y vislumbran prometedores avances en este campo de investigación



Figura 9: Reconocimiento del sistema de expresiones faciales obtenido por el sistema de Black y Yacoob (imagen obtenida de *Recognizing Facial Expressions in Image Sequences using Local Parameterized Models of Image Motion* de Black y Yacoob).

## 7. Conclusión

Es posible pensar que el comportamiento humano, como formula Rosalind Picard, está fuertemente influenciado por “la canción en nuestro corazón” (Picard, 2001). Una pequeña expresión de emoción puede cambiar por entero el curso del comportamiento, al punto que si la melodía de esa canción no resuena, la toma de decisiones y los procesos perceptivos pierden sus marcos de referencia.

La empatía se define como la “*identificación mental y afectiva de un sujeto con el estado de ánimo de otro*”. Es justamente esta dimensión, la que promueve la comunicación, el diálogo efectivo entre dos entidades. Como hemos visto, cuando la emoción se torna tangible (y observable) a través de un canal de expresión, se abre la posibilidad, para otro individuo, de leer tal emoción. Y con ello, la posibilidad de un entendimiento global, de una comunicación que contemple, en forma integrada, las dimensiones constitutivas de todo ser humano.

La Computación Afectiva aborda la posibilidad de integrar la dimensión emocional en la relación humano-máquina, estableciendo principios, patrones, tanto en el reconocimiento de las emociones como en la simulación de respuestas emocionales.

En este trabajo se mencionaron teorías de la emoción que, a los ojos de los autores, adolecen de una visión simplista de la condición humana, la mirada conductista pareciera, por momentos, querer reducir

esta experiencia compleja a un pequeño manojito de variables. Estas miradas parecen faltas de sutileza comparadas con cuerpos de conocimientos (hoy quizás un poco desautorizados) como el Psicoanálisis, pero, es necesario reconocer que estos primeros pasos teóricos de construcción de un modelo de la conducta emocional humana, están ayudando a crear un camino que estos cuerpos de conocimiento más complejos parecían negar rotundamente.

La inclusión de la Computación Afectiva en el campo del Arte Interactivo abre vías de exploración, sumando nuevas dimensiones al proceso de interactividad. En esta época, el discurso artístico es también patrimonio del público, ya no es más llamado a ser espectador, sino un partícipe directo en el proceso artístico. Sin embargo, la mayoría de las veces, el público sólo puede participar en una forma acotada, dado que los sistemas no están realmente preparados para percibirlo en toda su dimensión. Los que trabajamos en nuevas interfases aplicadas al Arte, sabemos de las extremas dificultades implicadas en la captación de las acciones del público. Baste observar la siguiente y aparente paradoja: un animal como el perro parece estar mejor capacitado que una máquina, a la hora de entender el estado emocional de una persona. Más allá de lo absurdo de la afirmación (y aparente ironía), esto demuestra cuán lejos estamos aún de alcanzar las capacidades mínimas para interpretar a una persona y poder modelizar sus estados matemáticamente. El gran territorio de la subjetividad parece estar fuera del alcance de nuestros sistemas. Por eso, estamos seguros que los avances en este campo, implicarán un cambio de paradigma tan importante en el Arte, como el que pudo haber significado la invención de la perspectiva en las artes visuales.

## Referencias bibliográficas

- 1 Picard, R.W. *Affective Computing*. Estados Unidos: MIT Press, 2000.
- 2 Knapp, M.L. *La comunicación no verbal*. España: Paidós Ibérica, 1980.
- 3 Viola, P. y Michael J.J. *Rapid Object Detection using a Boosted Cascade of Simple Features*. IEEE CVPR: 2001.
- 4 Lienhart, R. y Jochen M *An Extended Set of Haar-like Features for Rapid Object Detection*. IEEE ICIP: septiembre de 2002, vol. 1, pp. 900-903.
- 5 Black, M.J. y Yacoob, Y. *Recognizing Facial Expressions in Image Sequences using Local Parameterized Models of Image Motion*. Xerox Palo Alto Research Center and Computer Vision Laboratory: University of Maryland, 1995.
- 6 Consultado el 25 de octubre de 2005, actualmente en línea: <http://www.tosa.media.kyoto-u.ac.jp/>
- 7 Trappl, R.; Petta, P. y Payr, S. [comp.]. *Emotions in Humans and Artifacts*. Estados Unidos: MIT Press, 2002.
- 8 Aristóteles. *Retórica*. Buenos Aires: Ediciones Libertador, 2004.
- 9 Enciclopedia Wikipedia: <http://www.wikipedia.org>
- 10 Diccionario Online de la Real Academia Española: <http://www.rae.es>



---

## TARCISIO LUCAS PIROTTA

Es diseñador en Comunicación Visual y profesor en Producción Multimedial, diplomado en la Facultad de Bellas Artes, Universidad Nacional de La Plata.

Se desempeña como docente e investigador en la Facultad de Bellas Artes (UNLP) y en el Área Transdepartamental de Artes Multimediales (IUNA). Ha dictado cursos de posgrado y talleres relacionados con arte multimedia y nuevas tecnologías.

Como artista multimedia integra el Grupo Proyecto Biopus, desarrollando desde el año 2003 instalaciones interactivas que conjugan arte, ciencia y tecnología.

# Herramientas de *software* destinadas a la captura, análisis y síntesis del gesto corporal

Tarcisio Lucas Pirotta

---

## Palabras claves

Captura, movimiento, gesto, *software*.

## Resumen

El avance en los estudios sobre Human Interface Interaction (HCI) ha llevado al desarrollo de diversas técnicas y herramientas cada vez más precisas, que brindan al hombre una manera natural, intuitiva y efectiva de comunicarse con la computadora a través de su gestualidad. Una de las más desarrolladas actualmente es la captura y análisis del gesto corporal con sistemas ópticos.

## 1. Introducción

Abordaremos específicamente el desarrollo de aplicaciones de *software* destinados al análisis y síntesis del gesto, y que permiten el control de sonido y video en tiempo real.

Para abordar esta temática debemos tener en cuenta los elementos que intervienen en la captación. En primer lugar, se puede diferenciar entre los dispositivos de entrada, el *hardware* que permite la captación, y los dispositivos de análisis, el *software* que habilita la comprensión de los datos y su posterior utilización para el control de imagen y sonido.

## 2. Hardware

Son los dispositivos físicos que intervienen en la captación de movimiento, generan información que representa las medidas físicas del movimiento capturado y constituyen diversos sistemas según su naturaleza.

Podemos clasificarlos en Mecánicos-Protésicos, Acústicos, Magnéticos u Ópticos.

Como mencionamos anteriormente, los sistemas más utilizados y desarrollados actualmente en la mayoría de las aplicaciones que analizaremos en este escrito, son los sistemas ópticos. Por este

motivo nos detendremos particularmente en este tipo de dispositivos.

### 2.1 Sistemas ópticos

En los últimos años este tipo de sistemas se ha convertido en uno de los más populares por el fácil acceso a los dispositivos que utiliza, las cámaras. La democratización del uso de cámaras de video y *webcams*, y a su vez la mayor libertad de movimiento que ofrecen al usuario, quien no debe estar conectado a ningún cable, hacen de los sistemas ópticos los de mayor difusión en los últimos años.

Estos sistemas están limitados por la resolución de las cámaras y la sofisticación del *software* de captura que utilicen.

#### 2.1.1 Cámaras

Dentro de estos dispositivos podemos hacer dos clasificaciones. Una en relación con la fidelidad y calidad de captura, donde diferenciamos claramente dos grandes grupos, las cámaras Web, o más conocidas como *webcams*, y las cámaras DV. Las primeras son las más difundidas por su bajo costo y fácil acceso, en comparación con las DV (actualmente popularizadas como MiniDV), que tienen una mayor fidelidad y estabilidad en la calidad de la imagen, lo que favorece el proceso de captura, pero, un costo mucho más elevado.

Por otro lado, la segunda clasificación se establece de acuerdo con el tipo de captura que realizan las cámaras, donde podemos distinguir entre las de espectro visible, y las infrarrojas.

Las de espectro visible son las estándar, tradicionales, cámaras que tienen un tipo de “visión” similar a la humana en cuanto al rango del espectro cromático que perciben. En cambio, las cámaras infrarrojas son dispositivos que captan solo una porción del espectro, el espectro infrarrojo.

Independientemente del tipo de cámara que se utilice, todas en mayor o menor medida permiten realizar captura de movimiento, sin embargo, tienen una singular relevancia los dispositivos infrarrojos, ya que permiten realizar el proceso de captura totalmente independiente del proceso de síntesis de imagen, es decir, de las proyecciones. Esto se aprecia sobre todo en instalaciones o *performances* donde el objeto de la captura está simultáneamente siendo proyectado y modificado, en especial en el caso de las pantallas sensibles o interfaces táctiles.

Podemos mencionar dos proyectos que utilizan cámaras infrarrojas para la captura de movimiento en pantallas sensibles, por un lado, FTIR Multi-Touch Sensing y, por el otro, The Khronos Project.

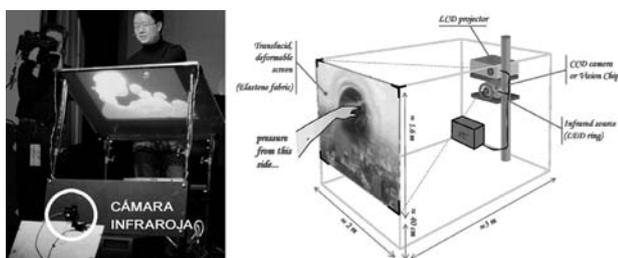


Figura 1:  
A la izquierda una vista del dispositivo utilizado en FTIR Multi-Touch Sensing interface (<http://mrl.nyu.edu/~jhan/ftirtouch/>)  
A la derecha, esquema del funcionamiento de The Khronos Project (<http://www.k2.t.u-tokyo.ac.jp/members/alvaro/Khronos/>)

Un dato interesante es el creciente desarrollo en las técnicas conocidas como *Hardware Hacking*, relacionadas con la generación casera de interfaces (*home-made interfaces*).

Dentro de estas técnicas, una muy sencilla permite transformar una cámara *webcam* hogareña de espectro visible en una cámara infrarroja. La documentación acerca del procedimiento se encuentra disponible en: <http://www.hoagieshouse.com/IR/>  
[http://www.kailashnadh.name/docs/ir\\_cam/ir\\_cam.html](http://www.kailashnadh.name/docs/ir_cam/ir_cam.html)

Podemos sintetizar que dicho procedimiento se basa en el reemplazo del filtro de la cámara por un acetato de radiografías o un negativo fotográfico velado, que funciona como filtro infrarrojo.

Según la cantidad de cámaras utilizadas se determina el tipo de captura. Por un lado existen sistemas más complejos para la captura del usuario en tres dimensiones, donde se emplean como mínimo tres cámaras y cuya principal finalidad es la animación y síntesis de personajes virtuales. En estos sistemas, además de las cámaras se utilizan pequeñas piezas esféricas direccionalmente reflectivas que se colocan sobre el cuerpo y se emplean como marcas. Cada una de las cámaras están sincronizadas y conectadas a la computadora para poder calcular la posición tres dimensiones de cada una de las marcas.

Por último, están los sistemas que emplean una sola cámara, que capturan el movimiento y gestualidad del usuario desde un solo punto de vista, donde el proceso de captura que realizan las diferentes aplicaciones se basa en el análisis y comparación de imágenes en dos dimensiones. Son estos sistemas en los que se basan prácticamente la totalidad de las aplicaciones y herramientas que abordaremos a continuación.

### 3. Software

Hemos mencionado que el *software* es la herramienta que nos permite analizar y comprender los datos obtenidos por alguno de los dispositivos descriptos. Es lo que en realidad concreta la captura como tal y nos habilita a poder utilizar esos datos para el control de imagen y sonido en tiempo real o el control de otros dispositivos determinados, como actuadores robóticos.

Aquí diferenciamos dos grandes grupos de herramientas, aquellas que emplean programación visual basada en objetos y las que utilizan lenguajes de programación por código orientada a objetos.

#### 3.1 Entornos de programación visual

Así se denominan a las herramientas que utilizan la programación visual basada en objetos. En estas aplicaciones el programa se construye con objetos gráficos, lo que reduce la necesidad de aprender una sintaxis específica y ofrece una manera más clara e intuitiva de programar simplemente conectando los objetos entre sí.

Dentro de este grupo de herramientas mencionaremos algunas como Eyesweb, Max/MSP o PD.

##### 3.1.1 Generalidades

Sintéticamente lo que realizan estas aplicaciones es utilizar una cámara como sensor de movimiento, es decir, captar la imagen en tiempo real (también se puede utilizar un video pregrabado), procesarla y detectar el movimiento.

Las diversas herramientas permiten emplear filtros lineales y no lineales, realizar cambios de formato y operaciones, como adición, substracción, multiplicación, encuadre, extracción de zona, extracción de canal y *chroma key*.

A través de la combinación de diferentes filtros y operaciones es posible lograr la captación del movimiento a partir de una secuencia de imágenes dadas. En la captación de movimiento se pueden distinguir dos modalidades, una basada en la comparación entre cuadros y otra en la identificación por color.

La primera modalidad utiliza básicamente la sustracción de dos cuadros a modo de comparación para detectar las variaciones en los píxeles y, así, determinar el movimiento de la imagen. Dentro de los métodos de sustracción podemos hablar de captación por sustracción de fondo o por *delay* (retardo). En la primera, las imágenes son comparadas en relación con un único cuadro capturado previamente, por ejemplo, para terminar la actividad de un ambiente en una instalación se registra con anterioridad una imagen del lugar vacío, es esta captura con la cual se comparan todas las imágenes mientras dure el proceso de captación. Este procedimiento sirve no sólo para la captación de movimiento sino también para la captación de presencia. El caso de la sustracción por *delay* es similar, sólo que la comparación se realiza entre dos instancias consecutivas, la imagen A se compara con la B, la B con la C..., y así sucesivamente. A diferencia del caso anterior, con la sustracción por *delay* no es posible la captación de presencia.

Por último, la segunda modalidad utiliza el seguimiento por color (*color tracking*). En este caso se identifican dentro de la imagen determinados colores asociados a los objetos a capturar.

A su vez, las aplicaciones cuentan con ciertos módulos que pueden configurarse para determinar parámetros de movimiento más específicos, como el área, centro, posición, velocidad, captación de la silueta y la sombra, posturas e índices de contracción. Es posible también mapear espacios, es decir, la captación por grilla de regiones y captación de regiones en movimiento.

Con mayor o menor eficiencia, estas herramientas permiten el control de sonido también, sin embargo, una característica importante es la de permitir enviar y recibir datos hacia y desde otras aplicaciones, locales o remotas. Para ello se emplean diversos protocolos, como el MIDI, TCP/IP y OSC, éste último tiene una estructura de flujo especialmente diseñada para la transmisión de datos de tipo vector o matriz, esenciales para enviar los datos de una silueta o de una región a través de la red.

Es a través de los mencionados protocolos de comunicación, que la información obtenida de la captación del gesto que realizan estas aplicaciones puede ser transmitida a programas más especializados en la síntesis y procesamiento del sonido, como Max por ejemplo. De esta manera se utilizan los parámetros para sintetizar y modificar sonidos en tiempo real, esto es, manipular el sonido con la gestualidad corporal.

### 3.1.2. Max/MSP/Jitter

<http://www.cycling74.com/>

Max fue concebido en 1986 como un proyecto para producir música interactiva en el Institut de Recherche et de Coördination Acoustique/Musique (IRCAM) de París.

Su autor original fue Miller S. Puckette y desde entonces la aplicación se expandió hasta incluir procesamiento de audio, con la introducción de MSP, e imagen y video con Jitter.

Jitter es la librería de Max encargada de la edición de imagen y video en tiempo real y que, con la implementación de determinadas librerías como cv.jit posibilita la captura y análisis de movimiento. También se incorporan librerías GL para la generación de gráficos 3D.

Este módulo tiene más de 200 objetos específicos para la edición de imagen y video. La lógica con la cual fue concebido el programa permite controlar los datos de una manera muy versátil, pudiendo crear aplicaciones para componer, improvisar y modificar contenidos en tiempo real. Max transforma la información en un simple flujo de números donde todo se puede conectar con todo.

Max esta basado en el lenguaje C de programación, lo que permite que uno pueda escribir en C sus propios objetos. El lanzamiento de Max 4.5 extiende las capacidades de Max, ya que soporta Java y Javascript.

*Ancestrales Nocturnos* es una instalación interactiva sobre el calco de una estela (escultura) de la cultura Cotzumalhuapa, en donde los sonidos y las imágenes parecen emerger de la piedra misma creando una comunicación íntima entre el espectador y la obra. Se implementó un sistema de captación de movimiento que, a partir de la posición del espectador, controla las transformaciones sonoras y visuales proyectadas sobre la misma piedra en tiempo real.



Figura 2:  
A la izquierda captura de interfase de Jitter. A la derecha, fotografía de la instalación *Ancestrales Nocturnos* de Pablo Cetta y Matías Romero Costas.  
(<http://www.iuna.edu.ar/departamentos/multimedia/observatorio/eventos/ancestr.htm>)

### 3.1.3. Eyesweb

<http://www.eyesweb.org/>

Ésta es una plataforma *Open Source* (Código Abierto), desarrollado por el Laboratorio de Informática Musical de la Universidad de Génova. Se especializa en la captación de diferentes patrones de movimiento y gestualidad del cuerpo humano y la interpretación musical, y está orientado a la producción de sistemas multimedia interactivos para el análisis de movimientos escénicos en tiempo real y controlar la síntesis de sonido y la ejecución en vivo de instrumentos.

El fuerte del programa es la captación y análisis de movimiento, si bien el Eyesweb tiene objetos propios destinados al control y procesamiento del sonido, estos tienen ciertas limitaciones, podríamos decir que no es la herramienta más adecuada para este fin.

La instalación interactiva *Espejo Espectral* (<http://www.biopus.com.ar/instalaciones.html#Espejo>), en la que el usuario puede controlar en tiempo real la generación de imágenes y sonido a partir de su propia silueta, es un ejemplo de la utilización de esta herramienta.

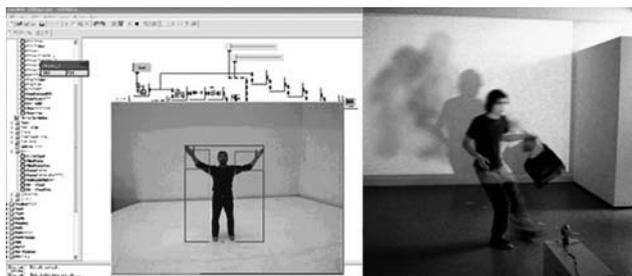


Figura 3:  
A la izquierda captura de interfase de Eyesweb (imagen obtenida en <http://www.infomus.dist.unige.it/eywindex.html>).  
A la derecha, fotografía de la instalación *Espejo Espectral* del grupo Proyecto Biopus (<http://www.proyecto-biopus.com.ar>)

### 3.1.4. PD/GEM

<http://pd.iem.at/>

El autor de esta aplicación también fue Miller S. Puckette, y trabaja de una manera similar a Max/MSP. Podríamos definirlo como la versión *Open Source* de Max, ya que es de distribución gratuita. Diferenciándose en objetos específicos, la lógica y alcances de esta herramienta son similares a Max.

Graphics Environment for Multimedia (GEM) es una extensión de PD, original de Mark Danks, y destinada al procesamiento de la imagen y la captación de movimiento. Emplea objetos para la captación de movimiento e incorpora librerías como Open-GL para la generación de gráficos 3D.

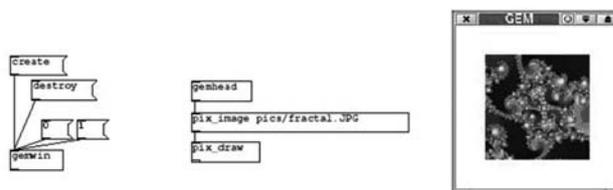


Figura 4:  
Captura de interface de GEM

## 3.2. Programación secuencial / Librerías

A diferencia de las aplicaciones anteriormente descritas, el conjunto de aplicaciones y librerías que abordaremos a continuación, están basadas en la programación secuencial, como hemos dicho programación por código orientada a objetos (paradigma Java, C++). Aquí ya no hablamos de objetos que se interconectan gráficamente, sino de programación por código, con un lenguaje y sintaxis específicos, que podríamos definir como una serie de instrucciones escritas que se ejecutan en un orden, en secuencia.

Esto permite un mayor control y manejo de los recursos, especialmente si hablamos del procesamiento de la imagen píxel por píxel. Es aquí donde reside la eficacia de estas herramientas al momento de procesar una imagen, posibilitando analizarla parte por parte, desde su mínima unidad, esto es píxel por píxel, y luego, desglosarla en una serie de datos dentro de una matriz para poder ser modificados con diversos algoritmos. Este procedimiento permite realizar diversos tipos de captura y análisis de movimiento para posteriormente generar una respuesta expresiva.

Como ejemplo de estos procedimientos podemos citar la captación de la silueta, luego de analizar píxel por píxel una imagen, se la compara con valores de muestras anteriores, pudiendo así determinar cual es su silueta, su contorno, y así calcular su tamaño y posición entre otras cosas.

Del mismo modo con la programación secuencial es posible simular sistemas complejos y caóticos, generar diversos patrones como los fractales y aplicarlos a la imagen de video en tiempo real a través del mencionado procesamiento píxel por píxel.

Haremos referencia a aplicaciones como Processing o librerías como Opencv, Reactivision y Artoolkit entre otras.

### 3.2.1. Processing

<http://www.processing.org/>

Es un proyecto desarrollado por Ben Fry (Broad Institute) y Casey Reas (UCLA Design | Media Arts), un entorno y lenguaje de programación de código abierto

orientado a la programación de imágenes, animaciones y sonido en tiempo real, y está diseñado especialmente para realizar aplicaciones multimedia en entornos Web e instalaciones.

*Pitch Fractal* (<http://www.proyecto-biopus.com.ar/instalaciones.html#pitch>) es una instalación interactiva en donde las personas pueden generar trazos a partir del canto, que a su vez generan figuras fractales. La obra combina algoritmos desarrollados en MAX/MSP y Processing.

Es interesante mencionar como este ejemplo nos muestra la versatilidad de estas herramientas en relación con la captación del gesto, ya que en este caso no hablamos de gestualidad visual sino sonora.



Figura 5:  
A la izquierda captura de interfase de Processing. A la derecha, fotografía de la instalación *Pitch Fractal* del grupo Proyecto Biopus (<http://www.proyecto-biopus.com.ar>).

### 3.2.2. Librerías de visión artificial

Estas librerías de visión artificial (CV/Computer Vision) trabajan con métodos que permiten a la computadora “comprender” las imágenes. Aquí el término “comprender” se refiere a que información específica es extraída de la imagen para un propósito determinado, controlar un proceso. La imagen digital se transfiere al sistema de computación artificial generalmente en escala de grises o RGB, pudiendo ser dos o más imágenes simultáneas, o una secuencia de video en tiempo real.

#### 3.2.2.1. Open Source Computer Vision Library

<http://www.intel.com/technology/computing/opencv/index.htm>

Original de la empresa Intel, se encuentra dentro del primer grupo, y permite realizar diversas tareas tales como la identificación de objetos, segmentación y reconocimiento de una imagen, reconocimiento facial, seguimiento de trayectorias y movimiento, captación del gesto.

#### 3.2.2.2. cv.jit

<http://www.iamas.ac.jp/~jovano2/cv/index.html>

En este caso hablamos de una serie de herramientas para el desarrollo de aplicaciones de visión artificial, diseñadas específicamente para trabajar con Max/MSP/Jitter. El objetivo de este proyecto es proveer al usuario del programa de una serie de objetos para realizar tareas de reconocimiento y segmentación de la

imagen, así como la captación de movimiento. Por otro lado, incorpora herramientas educativas que delinean los conceptos básicos de las técnicas de visión artificial.

#### 3.2.2.3. Myron WebCamXtra

<http://webcamxtra.sourceforge.net/>

Myron es un *plugin Open Source*, una serie de librerías compiladas para diferentes plataformas y lenguajes. La versión para Java y Processing se conoce como JMyron y la de Macromedia Director, como WebCamXtra. El objetivo de este proyecto es mantener libre de costos las herramientas y técnicas de la visión artificial para su fácil utilización dentro de la comunidad artística y en la educación. Las tareas que realiza esta aplicación se concentran en la captación de movimiento, el reconocimiento y segmentación de la imagen.

*Tango Virus* (<http://www.biopus.com.ar/instalaciones.html#tango>) es una instalación interactiva que implementa JMyron en Processing, la obra permite al público modificar en tiempo real un tema de tango. El público puede bailar el tema de tango que se está escuchando, pero, dicho baile se transforma en un comportamiento viral que ataca al tema musical, haciendo que este varíe, quizás al punto de “fallecer”.

Dentro de los diferentes módulos que tiene el sistema para poner en funcionamiento la obra, el primero de ellos registra la posición de los usuarios-bailarines y capta el gesto del baile.



Figura 6:  
A la izquierda esquema del dispositivo de captura de la instalación *Tango Virus*. A la derecha, fotografía de la instalación *Tango Virus* del grupo Proyecto Biopus (<http://www.biopus.com.ar>)

#### 3.2.2.4. Librerías de detección facial

La tarea concreta de estas librerías es la detección de rostros humanos dentro del contexto de una determinada imagen en movimiento a través de una señal digital de video o estática en una imagen digital.

Las librerías y aplicaciones de reconocimiento facial emplean diversos métodos para identificar y localizar un rostro dentro de una imagen o una secuencia de imágenes. Para construir sistemas automatizados que analicen la información de estas imágenes es necesario emplear algoritmos de detección facial altamente efectivos.

El objetivo de estas herramientas es identificar todas aquellas regiones de la imagen dada, ya sea una imagen o una secuencia de video, que contengan un rostro a pesar de sus diferentes posiciones, orientación o condiciones de luz.

### 3.2.2.4.1. Métodos por conocimiento

Este método incluye una serie de reglas que codifican información de lo que constituye un rostro para el ser humano. Generalmente, estas reglas almacenan la relación entre los rasgos faciales. Estos métodos son diseñados principalmente para localización facial, previo proceso de verificación para reducir falsas detecciones.

### 3.2.2.4.2. Enfoque de rasgos constantes

La función de estos algoritmos es encontrar rasgos estructurales que están presentes aun cuando la postura, punto de vista o condiciones de luz varían.

A diferencia del método anterior, las investigaciones se centran en la identificación de estos rasgos constantes para el reconocimiento facial. Rasgos como cejas, ojos, nariz, boca y cabello son comúnmente extraídos utilizando detectores de límites. Sobre los rasgos extraídos, un modelo estadístico es construido para verificar la existencia de un rostro. Estos métodos son diseñados principalmente para la localización facial.

### 3.2.2.4.3. Comparación por plantilla

Este método utiliza un patrón de rostro estándar, generalmente frontal, que es parametrizado por una función. Dada una imagen, los valores correlativos del patrón son computados con los del contorno del rostro, ojos, nariz y boca independientemente. La existencia de un rostro es determinada por la correlación de esos valores. Este método tiene la ventaja de ser fácil de implementar, pero, presenta las dificultades de no ser efectivo si se presentan variaciones de escala, pose o forma. El método se circunscribe a la detección frontal del rostro.

### 3.2.2.4.4. Métodos por apariencia

A diferencia del método por plantilla, los modelos (o *templates*) son “aprendidos” a partir de una serie de imágenes de entrenamiento, la cuales deben capturar la variaciones representativa de la apariencia facial. Un problema de este método es la dificultad de trasladar el reconocimiento humano a reglas bien definidas. Estos métodos son diseñados principalmente para la detección facial, previo proceso de verificación para reducir falsas detecciones.

## 3.2.2.5. Reconocimiento de patrones

El método empleado para el reconocimiento y seguimiento (*tracking*) de marcas en imágenes bitonales combina la comparación de patrones sobre gráficos de topologías binarias para reconocimiento e identificación, con simples técnicas geométricas para calcular la ubicación y orientación de las marcas.

Los gráficos pueden ser comprendidos como la representación de un árbol de nodos, en el cual se representan cada una de las zonas de manera jerárquica, según su orden de inclusión y su posición dentro de la marca. Las regiones negras están contenidas por regiones blancas o viceversa.

El primer nodo representa a la forma que contiene a todas las demás o aquella que no es contenida por ninguna otra, por decirlo de otra manera. Mientras que los nodos del último nivel, las “hojas” del árbol, representan la cantidad de formas que no contengan en su interior a ninguna otra forma más que ellas mismas.

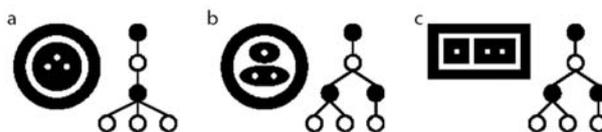


Figura 7: Tres gráficos binarios (a, b, c) utilizados como marcas. A la derecha de cada uno de ellos se presenta el mapa de los nodos a modo de árbol.

El método para el cálculo de la ubicación y orientación de las marcas está vinculado al desarrollo del algoritmo de segmentación, el cual solo guarda los ejes alineados de los cuadrantes (*bounding boxes*) de cada una de las regiones de la marca, lo cual es efectivo si la región es cuadrada, circular y/o relativamente pequeña.

Las “hojas” son siempre las regiones más pequeñas del árbol, y sus centros son la información espacial más exacta que se tiene acerca de la marca.

Por esto, el algoritmo calcula la ubicación y orientación de la marca como una combinación del cálculo de los centros de los cuadrantes de las “hojas” o nodos del último nivel como se explica en la Figura 8.

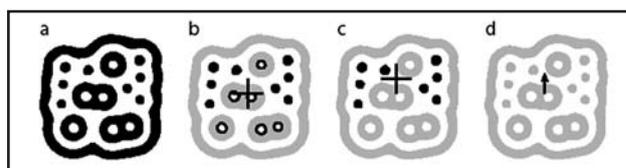


Figura 8: Proceso de ubicación y orientación. Se computa el centro de la forma (a), detectando y promediando los centros de todas las “hojas” (b). El vector trazado desde este centro hacia el punto dado por el promedio de los centros de los nodos negros (c) es usado para calcular la orientación de la forma (d).

Cada nodo es identificado para los diversos cálculos en función de su profundidad, se calcula el área que ocupan dentro de sus regiones contenedoras. Esto permite aplicarse a cualquier tipo de diseño, aun en aquellas formas que tienen una sola región blanca y una sola región negra, lo que permite variar las estructuras de las marcas sin cambiar el método con el cual se las reconoce.

### 3.2.2.5.1. ArtoolKit

<http://www.hitl.washington.edu/artoolkit/>

ARToolKit es una librería para la construcción de aplicaciones de Realidad Aumentada (AR/*Augmented Reality*) que implican la superposición de imágenes virtuales con las del mundo real.

Una de las dificultades en el desarrollo de este tipo de aplicaciones es el seguimiento del punto de vista del usuario. Para saber desde que perspectiva se construirá la imagen virtual, la aplicación necesita saber cómo el usuario está mirando en el mundo real.

ARToolKit utiliza algoritmos de visión artificial (o CV/Computer Vision) para resolver este problema, sus librerías de seguimiento de video, calculan en tiempo real la posición y orientación de la cámara en relación con las marcas ubicadas en diferentes objetos. Esto habilita el fácil desarrollo de un amplio rango de aplicaciones AR.

Alguno de los proyectos a mencionar es The Mixed Reality Lab (<http://www.mixedrealitylab.org/>), el cual no sólo se especializa en el desarrollo de imágenes virtuales en tres dimensiones, sino que incorpora un novedoso método para la generación de imágenes virtuales 3D a partir de señal de video (ver Figura 9).

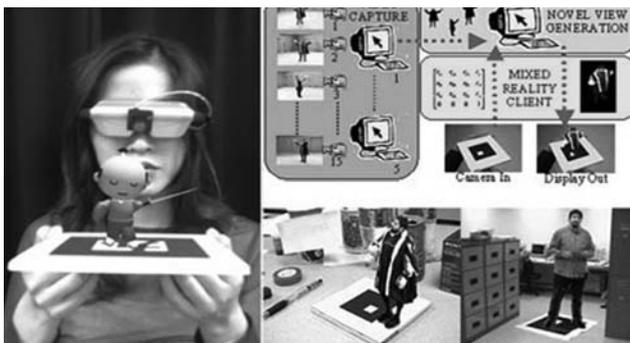


Figura 9:  
A la izquierda imagen obtenida de <http://www.hitl.washington.edu/artoolkit/>  
A la derecha esquema e imágenes del dispositivo utilizado en 3D Live desarrollado por The Mixed Reality Lab ([http://www.mixedrealitylab.org/research/LIVE/LIVE\\_webpage/research-LIVE-infor.htm](http://www.mixedrealitylab.org/research/LIVE/LIVE_webpage/research-LIVE-infor.htm))

### 3.2.2.5.2. reactIVision

<http://reactable.ia.upf.edu/>

Es un *software* de código abierto, un entorno para el reconocimiento rápido y efectivo de patrones en tiempo real. Se diseñó principalmente como una herramienta para

la creación de mesas tangibles a modo de interfases. Basada en otras librerías, esta aplicación fue desarrollada por Martin Kaltenbrunner, en el Music Technology Group, en Barcelona, como parte del proyecto de Reactable, un instrumento musical que emplea las mesas tangibles anteriormente mencionadas.

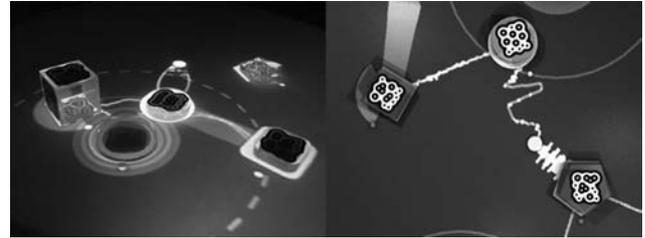


Figura 10:  
Imágenes de la instalación reactTables desarrollada con reactIVision (<http://www.ia.upf.es/mtg/reactable>).

Estas mesas tangibles están constituidas por una superficie translúcida, sobre la cual se colocan diversos objetos que tienen la impronta de las diferentes marcas a reconocer. Una cámara registra la posición de las marcas y envía los datos a reactIVision.

La aplicación envía mensajes OSC a través del puerto User Datagram Protocol (UDP). Se implementó el protocolo TUIO, especialmente diseñado para transmitir el estado de cada uno de los objetos.

Finalmente, la imagen procesada según los parámetros de las marcas obtenidos por la aplicación TUIO, es retroproyectada sobre la superficie translúcida.

De esta manera todo el sistema queda debajo de la mesa, oculto a la vista del usuario.

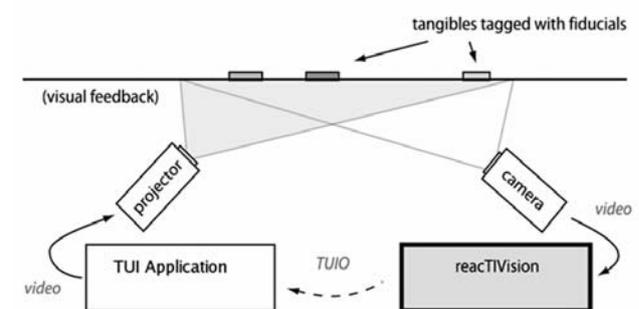


Figura 11:  
Gráfico que describe el dispositivo empleado en reactTables (<http://www.ia.upf.es/mtg/reactable>).

### 3.2.2.6. Librerías de detección de manos - HandVu

<http://www.movesinstitute.org/~kolsch/HandVu/HandVu.html>

Este *software* implementa una interfase basada en el reconocimiento de las manos. HandVu detecta la mano en una postura estándar y, luego realiza un seguimiento y reconoce posturas determinadas, todo en tiempo real.

La herramienta está compuesta por una librería principal y una serie de aplicaciones de captura relacionadas con OpenCV's highgui, DirectShow, y ARtoolkit.

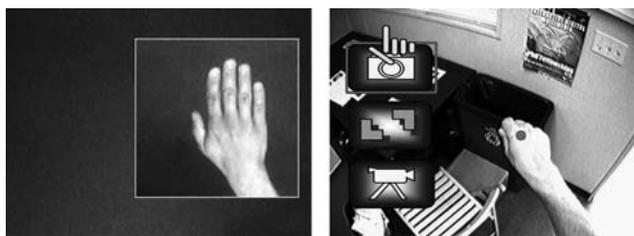


Figura 12:  
Capturas de diferentes aplicaciones realizadas con HandVu. Imágenes obtenidas en <http://www.movesinstitute.org/~kolsch/HandVu/HandVu.html>

Para finalizar este apartado, es interesante mencionar que la mayoría de estas librerías son de *Open Source* y están registradas bajo la licencia General Public License (GPL).

#### 4. Artistas

Al margen de las obras puntualmente mencionadas anteriormente, es oportuno profundizar en este apartado haciendo referencia a algunos artistas que podemos considerar pioneros en el empleo de estas herramientas de captación de movimiento en sus obras. Obras que situamos dentro de un proceso de evolución artística hacia una nueva interacción hombre-computadora.

##### 4.1. “Messa di Voce”

<http://www.tmema.org/messa/messa.html>  
<http://www.flong.com/>

Golan Levin es una artista, diseñador y compositor interesado en la creación de dispositivos y experiencias que exploren nuevos modos de expresión audiovisual. Su trabajo se enfoca en el diseño de sistemas para la creación de *performances* tanto de sonido como imagen. Como resultado de esto surge entre otros proyectos, *Messa di Voce*, una serie de *performances* audiovisuales en las cuales la voz, los gritos y canciones producidas por vocalistas son “materializadas” en tiempo real por aplicaciones de visualización interactiva especialmente desarrolladas.

Independientemente de las variaciones específicas que se pueden observar en cada una de las obras que conforman la serie realizada por *Messa di Voce*, las herramientas de *software* desarrolladas realizan básicamente tres tareas: la captación del movimiento y ubicación de los vocalistas, la captación del gesto vocal o sonoro y, por último, la síntesis de la imagen.

Dentro de la serie se destacan dos *performances*, “Fluid”, en la cual una especie de flujo de plasma parece emerger de las bocas de los *performers* cuando estos comienzan a cantar o hablar, y “(Bounce)Jaap’s Solo”, improvisación de un cantante que genera pequeñas

esferas a partir de ruidos producidos vocalmente, con las cuales luego interactúa.



Figura 13:  
Imágenes de *Messa di Voce*. A la izquierda escena de la *performance* Fluid. A la derecha imagen de Bounce (Jaap’s Solo). Imágenes obtenidas en <http://www.tmema.org/messa/messa.html>

##### 4.2. Mine-Control

<http://www.mine-control.com/>

Mine-Control es un emprendimiento artístico colectivo encabezado por Zachary Booth Simpson que se especializa en la realización de instalaciones interactivas. Empleando conocimientos adquiridos en la industria del videojuego, Mine-Control desarrolla sus propias herramientas. La mayoría de las obras utilizan como recurso principal la captación de la silueta para el control del sonido y la imagen, lo que se denomina como Sistemas de Detección de Sombras y Luces (Shadow and Flashlight Detection Systems).

Dentro de estos sistemas, las instalaciones pueden ser *single-sided* o *double-sided*. El primer término se refiere a aquellos sistemas en donde la captación y proyección se realiza desde un mismo punto de vista, en general, de manera frontal. Es el más tradicional de los métodos, que tiene como desventaja los típicos problemas de oclusión que se generan cuando el usuario se acerca demasiado a la superficie de proyección. En este caso es oportuno hacer referencia a *Mariposa* o *Sand*, dos instalaciones que ofrecen al usuario la posibilidad de interactuar con diversos elementos virtuales a través de la propia sombra que proyecta el cuerpo sobre la pantalla.



Figura 14: Imágenes de “Sand” y “Mariposa”, obtenidas en <http://www.mine-control.com/downloads.html>

El segundo término, *double-sided*, hace referencia a los métodos que utilizan pantallas translúcidas, del lado frontal se proyecta la sombra del usuario y del otro lado de la pantalla se coloca la cámara para realizar la captación. La utilización de dispositivos con pantallas translúcidas es uno de los principales aportes que se puede mencionar dentro de los sistemas desarrollados

por Mine-Control, ya que permite a los participantes permanecer frente a la pantalla e incluso tocarla, sin generar los problemas de oclusión ya mencionados.

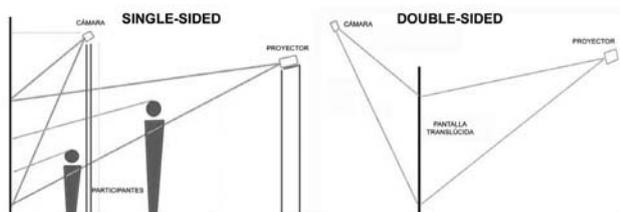


Figura 15:  
A la izquierda esquema del sistema *single-sided*. A la derecha esquema del sistema *double-sided*. Imágenes obtenidas en [http://www.mine-control.com/installation\\_details.html](http://www.mine-control.com/installation_details.html)

## 5. Conclusión

Luego del recorrido realizado por las diferentes herramientas de *software* que realizan captura y análisis del gesto humano, es posible concluir, en primer lugar, que el avance tecnológico de los últimos años ha favorecido el desarrollo de estas herramientas y, contribuido a una redefinición de las interfases de control de imagen y sonido en tiempo real, situando al cuerpo y a la gestualidad del usuario, participante o *performer*, de acuerdo con el caso, en el centro de la interacción.

Es el propio cuerpo el que se relaciona directamente con la obra, creando así una comunicación directa, libre e intuitiva entre el hombre y los procesos de control de imagen y sonido.

En segundo lugar, la implementación de estas herramientas en el proceso de creación artística es un aporte positivo, ya que pone a disposición del artista un recurso más de expresión y comunicación, donde la tecnología contribuye a generar sentido y en cierta medida forma parte del discurso.

### Glosario

DV: Digital Video, formato estándar de vídeo de gama doméstica, industrial y *broadcast*. Se basa en el algoritmo DCT y usa como protocolo de transmisión de datos el IEEE 1394 o Firewire. Generalmente graba en una cinta de 1/4 de pulgada. Presenta tres variantes: Mini, M y L. (<http://es.wikipedia.org/wiki/DV>)

FTIR: Sigla en inglés de Frustrated Total Internal Reflection, en español Reflexión Total Interna Frustrada. Es el fenómeno que se produce cuando un rayo de luz, atravesando un medio de índice de refracción  $n$  más grande que el índice de refracción en el que este se encuentra, se refracta de tal modo que no es capaz de atravesar la superficie entre ambos medios reflejándose completamente. ([http://es.wikipedia.org/wiki/Reflexi%C3%B3n\\_interna\\_total](http://es.wikipedia.org/wiki/Reflexi%C3%B3n_interna_total))

Hardware Hacking: Término que refiere a la técnica basada en la adaptación de dispositivos con el fin de que sean capaces de realizar tareas para las cuales no fueron específicamente fabricados originalmente.

Chroma key: Término en inglés, técnica audiovisual utilizada ampliamente tanto en cine y televisión como en fotografía, que consiste en la sustitución de un fondo por otro mediante ordenador. (<http://es.wikipedia.org/wiki/Croma>)

MIDI: Sigla en inglés de Musical Instrument Digital Interface (Interfaz Digital de Instrumentos Musicales). Protocolo industrial estándar que permite a las computadoras, sintetizadores, secuenciadores, controladores y otros dispositivos musicales electrónicos comunicarse y compartir información. Esta información define diversos tipos de datos numéricos. Gracias a esta simplicidad, los datos pueden ser interpretados de diversas maneras y utilizados con fines diferentes a la música. (<http://es.wikipedia.org/wiki/MIDI>)

TCP/IP: Conjunto de protocolos de red en la que se basa Internet y que permiten la transmisión de datos entre redes de computadoras. La sigla hace referencia a los dos protocolos más importantes: Protocolo de Control de Transmisión (TCP) y Protocolo de Internet (IP), que fueron los dos primeros en definirse, y que son los más utilizados. TCP/IP fue desarrollado y demostrado por primera vez en 1972 por el Departamento de Defensa de los Estados Unidos, ejecutándolo en ARPANET, una red de área extensa del Departamento de Defensa. ([http://es.wikipedia.org/wiki/Familia\\_de\\_protocolos\\_de\\_Internet](http://es.wikipedia.org/wiki/Familia_de_protocolos_de_Internet))

OSC: Sigla en inglés de Open Sound Control. Es un protocolo de comunicaciones que permite comunicar instrumentos de música, computadoras y otros dispositivos multimedia pensado para compartir información musical en tiempo real sobre una red. Aparece como reemplazo del MIDI, siendo muy superior en características y capacidades. (<http://es.wikipedia.org/wiki/OSC>)

Open Source: En castellano Código Abierto, término con el que se conoce al *software* distribuido y desarrollado libremente. Fue utilizado por primera vez en 1998 por algunos usuarios de la comunidad del *software* libre. ([http://es.wikipedia.org/wiki/Open\\_source](http://es.wikipedia.org/wiki/Open_source))

Plugin: Término en inglés sinónimo de "enchufar" (también conocido como *addin*, *add-in*, *addon* o *add-on*). Hace referencia a la aplicación informática que interactúa con otra aplicación para aportarle una función o utilidad específica, como por ejemplo servir como *driver* (controlador) para hacer funcionar un dispositivo en otro programa. (<http://es.wikipedia.org/wiki/Plugin>)

Realidad Aumentada: La Realidad Aumentada consiste en un conjunto de dispositivos que añaden información virtual a la información física ya existente. Esta es la principal diferencia con la Realidad Virtual, puesto que no sustituye la Realidad Física, sino que superpone los datos informáticos al mundo real. ([http://es.wikipedia.org/wiki/Realidad\\_aumentada](http://es.wikipedia.org/wiki/Realidad_aumentada))

### Referencias bibliográficas

- 1 Sitio Web del *software* Eyesweb consultado el 4 de mayo de 2007, actualmente en línea: <http://www.eyesweb.org/html>
- 2 Sitio Web del *software* Max-MSP-Jitter, consultado el 6 de mayo de 2007, actualmente en línea: <http://www.cycling74.com>
- 3 *Espejo Espectral*, instalación interactiva del grupo Proyecto Biopus, consultado el 13 de noviembre de 2007, actualmente en línea: <http://www.proyectobiopus.com.ar/instalaciones.html#Espejo>
- 4 *Ancestrales, nocturnos*, de Pablo Cetta y Matías Romero Costas, consultado el 10 de noviembre de 2007, actualmente en línea: <http://www.iuna.edu.ar/departamentos/multimedia/observatorio/eventos/ancestr.htm>
- 5 Sitio Web del *software* Pure Data, consultado el 7 de junio de 2007, actualmente en línea: <http://pd.iem.at/>
- 6 Sitio Web del *software* Processing, consultado el 2 de junio de 2007, actualmente en línea: <http://www.processing.org/>
- 7 *Pitch Fractal*, instalación interactiva del grupo Proyecto Biopus, consultado el 11 de mayo de 2007, actualmente en línea: <http://www.proyectobiopus.com.ar/instalaciones.html#pitch>
- 8 Sitio Web de las librerías OpenCV, consultado el 11 de mayo de 2007, actualmente en línea: <http://www.intel.com/technology/computing/opencv/index.htm>
- 9 Sitio Web de las librerías CV.jit, para Max-MSP, consultado el 3 de julio de 2007, actualmente en línea: <http://www.iamas.ac.jp/~jovanoz/cv/index.html>
- 10 Sitio Web de las librerías Myron, consultado el 13 de octubre de 2007, actualmente en línea: <http://webcamxtra.sourceforge.net/>
- 11 *Tango Virus*, instalación interactiva del grupo Proyecto Biopus, consultado el 16 de septiembre de 2007, actualmente en línea: <http://www.proyectobiopus.com.ar/instalaciones.html#tango>
- 12 Sitio Web de las librerías HandVu, consultado el 7 de noviembre de 2007, actualmente en línea: <http://www.movesinstitute.org/~kolsch/HandVu/HandVu.html>
- 13 *ReactTable*, consultado el 25 de octubre de 2007, actualmente en línea: <http://reacttable.iaa.upf.edu/>
- 14 *ARToolKit*, consultado el 5 de septiembre de 2007, actualmente en línea: <http://www.hitl.washington.edu/artoolkit/>



---

## MARTÍN GROISMAN

Licenciado en Psicología (UBA). Productor, docente e investigador en medios audiovisuales y sistemas interactivos. Profesor titular de “Medios expresivos I y II” en la carrera de Diseño Gráfico (UBA). Director del Posgrado en Diseño Digital (PADD) de la misma facultad. Profesor titular de “Diseño Multimedial I y II” en Artes Multimediales (IUNA).

Ha publicado en coautoría: *Apuntes Pixelados* (FADU-NOBUKO, 2007), *Cultura digital, comunicación y sociedad* (PAIDÓS, 2004) y *El medio es el diseño* (Libros del Rojas, 2000).

# La Guerrilla Mediática y otras formas de resistencia al goce de la Marca

Martín Groisman

---

*Todo el Arte de la Guerra se basa en la impostura. El supremo Arte de la Guerra es someter al enemigo sin luchar.*

Sun Tzu, 500 a.C

## Arte/ Guerra/ Impostura

Pensar en una poética de los Medios implica en primer lugar, considerar el contexto político y social en el que estos desarrollan su “estética” comunicacional. No todos los barrios de la gran Aldea Global son iguales y es precisamente esa diferencia la que nos interesa señalar.

Cualquier caracterización que se haga sobre los modos de funcionamiento y la producción de contenidos del complejo mediático: banalidad, superficialidad, espectacularidad, repetición, redundancia, etc., no puede desconocer el sustrato político en que se sostiene la dinámica de la comunicación masiva.

Para las endeble y vapuleadas democracias del Tercer Mundo, donde el grado de incidencia de la ciudadanía en el control de los asuntos públicos está reducido a su mínima expresión, las formas de participación democrática asumen muchas veces la forma de la ficción. En los últimos años las estrategias de dominación se han sofisticado mucho, y en lugar de emplear ejércitos armados, censura y persecuciones, el control de las masas (la tan mentada opinión pública), se mantiene en ejercicio bajo la forma del gran *show* televisivo. La impostura y el engaño reemplazan a la prohibición y la amenaza, como estrategias de imposición de todo lo que debemos ser y querer.

*“[...] Los conceptos de democracia y desarrollo están estrechamente ligados en muchos aspectos. Uno consiste en que tienen un ‘enemigo común’: la pérdida de soberanía. En un mundo de naciones-estados, es verdadero por definición que la pérdida de soberanía conlleva una declinación en la democracia y una merma en la capacidad de llevar a cabo políticas sociales y económicas. Esto perjudica a su vez*

*al desarrollo, una conclusión confirmada por siglos de historia económica. El mismo registro histórico revela que la pérdida de soberanía conduce consistentemente a la liberalización impuesta, a favor por supuesto de los intereses de aquéllos que tienen el poder para imponer este régimen social y económico. En los últimos años, al régimen impuesto se le llama habitualmente “neoliberalismo”. No es un término muy bueno: el régimen socioeconómico no es nuevo ni es liberal, al menos como entendían el concepto los liberales clásicos [...]”<sup>1</sup>.*

## Poética y mercado

Otro punto importante para reflexionar sobre una poética de los medios es tomar en consideración la perspectiva histórica, y seguir las líneas de pensamiento que acompañan la producción del arte contemporáneo. Así podremos definir desde que lugar (bajo que supuestos) estamos en condiciones de señalar algunas experiencias de comunicación de masas como un hecho artístico.

El estudio de la significación del mundo, la interpretación, la “lectura” de la realidad, han sido señalados por R. Barthes como la característica principal del pensamiento moderno.<sup>2</sup>

Todo objeto es siempre la representación de otra cosa, en tanto es leído como signo: un automóvil, un vestido, un aperitivo, un mobiliario, son elementos que dan la información precisa acerca de la condición social, el carácter y las costumbres de un sujeto. Toda experiencia tiene sentido y éste debe ser descifrado, interpretado, traducido.

Este modo de pensar es el que propicia el terreno para el desarrollo de todas las estrategias de publicidad basadas en el valor del objeto y su relación con la pertenencia social. También es la base del Diseño, la operación de diseño consistente en convertir un objeto en un producto y justifica su sentido como generador de un discurso sobre la imagen pública y los modos de gestionarla.

El arte contemporáneo también ha asumido plenamente esta lógica del sentido “oculto” de las cosas, otorgando a la operación discursiva el verdadero valor de la obra. Dada, Minimalismo, Situacionismo, Pop y demás variaciones del Arte Conceptual han coincidido en definir lo real de la experiencia artística como un hecho discursivo. Lo que garantiza su circulación en el mercado ya no son los materiales, ni el soporte, ni el medio. El valor estético se desplaza de la obra al discurso, el fundamento artístico de una obra es lo que se dice de ella. Lo real de la obra de arte es el concepto.

Esta idea dio lugar a todo tipo de experiencias artísticas, incluidas obviamente la experimentación con medios electrónicos (obras basadas en la manipulación electrónica de la imagen y el sonido), (Fluxus/J. Cage en adelante), llevando las posibilidades expresivas de los medios a un plano que muchas veces a logrado escapar de la rutina impuesta por la propaganda.

Las llamadas “nuevas tecnologías” han dado lugar a la aparición de un conjunto de artistas que trabajan en el límite entre la tecnología, la ciencia y el diseño, desarrollando complejos sistemas interactivos bajo la forma de instalaciones, *performances* y demás experimentos de Realidad Virtual, Realidad Aumentada e Inteligencia y Vida Artificial. Aquí también es importante advertir en que dirección se desarrollan los contenidos de esas obras.

*“[...] El poder expresivo de la interfaz, en conjunción con la creciente transparencia ‘aparente’ de las tecnologías de interfases, promueven cuestiones éticas complicadas sobre la subjetividad y el control. Los artistas interactivos están en posición de ser líderes en la discusión de estas cuestiones, pero, por otra parte, corren el peligro de transformarse en apologistas de los usos industriales, corporativos e institucionales de estas tecnologías. Es esencial la conciencia sobre las contradicciones inherentes a la interactividad mediada si, como sociedad, vamos a movernos hacia el futuro con nuestros ojos abiertos”<sup>3</sup>.*

Por este motivo, es fundamental analizar el rol de la tecnología en el desarrollo del discurso mediático. La incorporación al escenario de la experiencia cotidiana de toda una serie interminable de aparatos celulares, cámaras, *gadgets* y demás tecno-fetiches, obligan a reformular el sentido clásico del concepto de “comunicación de masas”.

*“Hay comunicación de masas cuando la fuente es única, centralizada, estructurada según los modos de la organización industrial; el canal es un expediente*

*tecnológico que ejerce una influencia sobre la forma misma de la señal; y los destinatarios son la totalidad (o bien un grandísimo número) de los seres humanos en diferentes partes del globo”<sup>4</sup>.*

Esta definición sigue vigente solo en parte. Se ajusta claramente a la descripción de todo lo que se refiere a los mensajes producidos por las grandes corporaciones de multimedios. Pero, deja afuera todos los fenómenos de comunicación relacionados con los medios interactivos (celulares, *blogs*, etc.) Y conviene no olvidar que estos medios posibilitan un tráfico de información personal, pero a la vez, masiva.

### **El raiting es el deseo del otro**

El pasaje de *La galaxia Gutenberg* al Nuevo Pueblo de la Comunicación Total, como lo define Eco (citando a McLuhan) inaugura la dialéctica entre *Apocalípticos e Integrados*. Los Apocalípticos ven una batalla perdida en cuanto a las posibilidades de participación en los canales comunicacionales de los medios, en tanto que “*el destinatario del mensaje de los mass-media, desvinculado de los contenidos de la comunicación, recibe sólo una lección ideológica global, un llamado a la pasividad narcótica*”<sup>4</sup>.

Los Integrados, por el contrario, intentan controlar el mensaje en el punto de partida. Luchan por sus sillones de gerente en canales de televisión, diarios, radios, agencias de publicidad y demás espacios del complejo mediático. Sostienen que los medios pueden ser maravillosos vehículos de transmisión de contenidos culturales de calidad. La televisión nos brinda muy pocos ejemplos donde esto puede verificarse.

En tanto, todo el aparato publicitario-comercial mediático se construye alrededor de un esquema de vaciamiento de sentido hasta reducir el mensaje a nada (velocidad, estridencia, brillo, color y vacío), es difícil pensar la inclusión de algún contenido artístico que escape a la lógica de la producción seriada y formateada para el consumo instantáneo del gran público.

“Los candidatos son envasados y vendidos como dentífricos, autos y drogas de moda, por las mismas industrias consagradas a la decepción y al fraude”<sup>(4)</sup>.

La televisión actual nos brinda numerosos ejemplos que parecen confirmar la visión apocalíptica. La proliferación de *reality shows* y todo tipo de concursos donde el objetivo es consagrar una figura por medio de la votación del público y la consecuente “eliminación” del resto de los participantes, es una interesante metáfora de la dinámica social (una puesta en escena) de las experiencias cotidianas que en el ámbito laboral,

educativo, recreativo, etc., vive a diario la gran mayoría de la población.

De este modo, un mecanismo democrático y participativo (el voto telefónico) termina funcionando al servicio de los eternos valores de la exclusión y la negación de las diferencias. El único camino para triunfar es convertirse en “famoso”. Y para ser famoso solo basta con someterse (con la mayor obscenidad de la que los medios son capaces) a la exposición pública. El que no se adapta debe ser eliminado. “*Los medios de comunicación de masas no son portadores de ideología: son en sí mismos una ideología*”<sup>4</sup>.

Sin embargo, precisamente por este motivo, podemos decir que el medio televisivo sostiene un modelo riguroso de la poética aristotélica, basado en el concepto de *mímesis* (la obra de arte es imitación). Además, la progresión dramática es tan rigurosa que tiene la capacidad de integrar en la trama las irrupciones de la publicidad y todo tipo de corte del relato. Pero, no solamente. También cumple con el otro concepto fundamental de la poética aristotélica: la *catarsis*. La difusión de las pasiones y miserias del otro (en vivo y en directo) es garantía asegurada de *rating*. Y como es sabido, el *rating* no es lo más importante de la Televisión. Es lo único importante.

En vista de este complejo panorama, Eco propone una alternativa a esta dialéctica entre apocalípticos e integrados: practicar la guerrilla semiótica (en su particular visión de lo que es la guerrilla). “[...] *Por esta razón, habrá que aplicar en el futuro a la estrategia una solución de guerrilla. Es preciso ocupar, en cualquier lugar del mundo, la primera silla ante cada aparato de televisión (y, naturalmente, la silla del líder de grupo ante cada pantalla cinematográfica, cada transistor, cada página de periódico). Si se prefiere una formulación menos paradójica, diré: La batalla por la supervivencia del hombre como ser responsable en la Era de la Comunicación no se gana en el lugar de donde parte la comunicación sino en el lugar a donde llega. Nosotros deberemos ser capaces de imaginar unos sistemas de comunicación complementarios que nos permitan llegar a cada grupo humano en particular, a cada miembro en particular de la audiencia universal, para discutir el mensaje en su punto de llegada, a la luz de los códigos de llegada, confrontándolos con los códigos de partida*”<sup>4</sup>.

### **Hasta la victoria, a veces**

Los sistemas de información complementarios ya están aquí, al alcance de todos. Ya contamos con ellos bajo la forma de *blogs* personales, mensajes de texto, *chat*, videocomunicaciones, etc. Son el punto de

llegada y de partida de la información. La fuente ya no es única, ni centralizada. Los destinatarios no son la totalidad de la humanidad.

En algunos casos, estos sistemas complementarios cumplen efectivamente esta función imaginada por Eco de discutir contenidos y confrontar códigos, creando comunidades críticas que se diferencian de la audiencia universal e indiscriminada.

En este punto es preciso introducir otra perspectiva en el uso del concepto de guerrilla, citando al Che Guevara:

*“Analizado el modo operacional de la guerrilla, su forma de lucha y comprendiendo su base de masas sólo nos resta preguntar: ¿por qué lucha el guerrillero? Tenemos que llegar a la conclusión inevitable de que el guerrillero es un reformador social, que empuña las armas respondiendo a la protesta airada del pueblo contra sus opresores y que lucha por cambiar el régimen social que mantiene a todos sus hermanos desarmados en el oprobio o la miseria. Se lanza contra las condiciones especiales de la institucionalidad de un momento dado y se dedica a romper, con todo el vigor que las circunstancias permitan, los moldes de esa institucionalidad”*<sup>5</sup>.

Más allá del contenido revolucionario de esta motivación (hoy muy despreciado por ser “*demodee*”) y de la sustitución de armas por *bits*, desde el mundo digital encontramos un modelo interesante en el movimiento de *software* libre, que crece día a día gracias a su contundente sensatez, cuestionando seriamente algunos “moldes institucionales” de producción y circulación pública de la información.

Muchas personas asocian este movimiento con la actividad de los *hackers*, y de hecho muchos lo son, pero se trata de una postura que va mucho más allá del sabotaje y la violación de normas de seguridad de bancos, empresas e instituciones públicas.

Aquí también citamos a Guevara: “[...] *Muy importantes son los actos de sabotaje. Es preciso diferenciar claramente el sabotaje, medida revolucionaria de guerra, altamente eficaz y el terrorismo, medida bastante ineficaz, en general, indiscriminada en sus consecuencias, pues hace víctimas de sus efectos a gente inocente en muchos casos y que cuesta gran número de vidas valiosas para la revolución...*”<sup>5</sup>.

Una cuestión central de las prácticas sociales que utilizan el *software* libre es el lugar que se destina a la autoría. Básicamente, se pone en crisis el modelo de autor como propietario de la obra. El *copyleft* es la

figura elegida por este movimiento, que autoriza la reproducción de una obra en cualquier formato (obra abierta). La idea de compartir ideas, herramientas y metodologías diseñadas y producidas por la misma comunidad, va en una dirección bien diferente a la que proponen y sostienen los guardianes de la marca.

La metodología de registrar patentes, programas, licencias y cobrar por su uso, encuentra como respuesta masiva la piratería y la copia salvaje. Este no es un problema para los artistas (en realidad lo es, pero, no demasiado grave), ya que en el mejor de los casos solo reciben un pequeño porcentaje del valor de su obra, sino para las grandes compañías discográficas, editoriales y cinematográficas encargadas de la producción y la distribución en todo el mundo.

También cuestiona algunas formas de legitimación del discurso artístico, en tanto la circulación y el intercambio de obras en el mundo digital escapa a la lógica del arte de salón. Para existir no necesita de “la política del *vernissage*” en la que conviven críticos, curadores, galeristas, *marchands*, banqueros y demás promotores del Arte.

Algunos ejemplos para citar como referencia de hacktivism y otras formas de resistencia electrónica: el “Electronic Disturbance Theatre” comandado por Ricardo Domínguez <http://thing.net/>, el colectivo “Critical Art Ensemble” <http://www.critical-art.net/>, y Eva y Franco Mattes <http://o100101110101101.org/>

Pero, como el mismo Eco nos advierte: “[...] *A menudo las revoluciones se convierten en formas pintorescas de integración*”<sup>3</sup>, y la gran mayoría de la población sucumbe ante la dictadura de la tendencia (gran invento del Diseño) construida eficazmente a través de múltiples operaciones publicitarias dedicadas a la fabricación de la opinión pública. La vanguardia es el mercado.

La alianza de la Tecnología, el Diseño y el complejo mediático apunta al desarrollo de microdispositivos de información personal, que además de funcionar como fabulosos emisores/receptores de información, se constituyen en poderosos signos de identidad y pertenencia. Lo curioso es que a medida que los circuitos de información se expanden, el discurso mediático es cada vez más homogéneo y compacto. El mensaje central de la propaganda de la “vanguardia tecnológica” se basa en el concepto “la vida puede ser más simple”.

El control remoto fue la primer gran conquista de la tecnología mediática al servicio del confort humano. Ahora asistimos a un nuevo salto cualitativo en el uso

de los aparatos. El desarrollo de investigaciones en Inteligencia Artificial han posibilitado que gradualmente todos los objetos se vuelvan “inteligentes”, convirtiéndose en maravillosas extensiones/prótesis del cuerpo humano. Además, ya no dependemos de molestos enchufes a los cuales estar conectados. La irrupción de los ambientes *wireless* en las ciudades permiten pronosticar un futuro cercano en el que nuestro cerebro WI FI dialogará con los objetos, que interpretarán nuestros deseos en forma instantánea. Gracias al avance tecnológico, las personas por fin podrán gozar de una intensa vida (artificial), a pesar de las duras exigencias del mundo actual.

---

### Referencias bibliográficas:

- 1 Chomsky, N. “Latinoamérica declara su independencia”, en *The New York Times Syndicate*. 12 de octubre de 2006.
- 2 Barthes, R. “La cocina del sentido”, en *Le nouvel Observateur*. 1964.
- 3 Rokeby, D. Espejos transformantes: subjetividad y control en los medios interactivos”, en *Critical Issues in Interactive Media*. SUNY Press: 1995.
- 4 Eco, U. “Para una guerrilla semiológica”, en *La estrategia de la ilusión*. Buenos Aires: Lumen-Ediciones de la Flor, 1987.
- 5 Guevara, E. “Principios generales de la lucha guerrillera”, en *La Guerra de Guerrillas*. 1959, Cap. 1.



