

# Sensible: interactividad, vida artificial y música en tiempo-real.

Autores: Emiliano Causa, Tarcisio Pirota y Matías Romero Costas (integrantes del grupo Proyecto Biopus) [www.biopus.com.ar](http://www.biopus.com.ar)

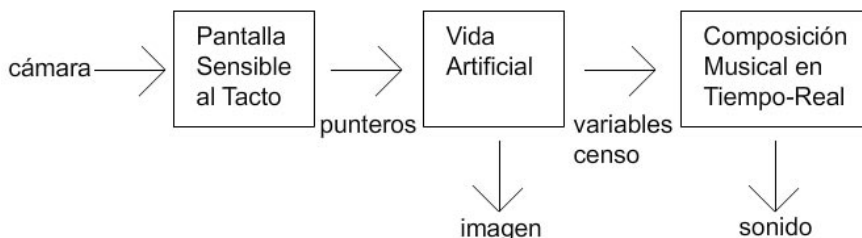
## 1. Introducción

“Sensible” es una instalación interactiva, dotada de una pantalla sensible al tacto, que permite a las personas manipular un ecosistema virtual y, a partir de esta acción, producir música en tiempo-real. En función de los distintos tipos de intervenciones realizadas por los participantes, los algoritmos de vida artificial, desarrollan un ecosistema virtual que produce, a su vez diferentes ambientes musicales. El ecosistema de Sensible se conforma de tres tipos diferentes de organismos virtuales: los vegetales, los herbívoros y los carnívoros. Los vegetales (círculos) son incapaces de moverse o devorar a otros organismos. Los herbívoros (triángulos) pueden desplazarse y necesitan comer vegetales para permanecer vivos. Los carnívoros (rectángulos) pueden desplazarse y necesitan comer herbívoros. Todos los organismos, consumen energía que, en el caso de los herbívoros y carnívoros, deben recuperar alimentándose. Cuando un organismo se mueve, consume mucha energía. Estas leyes hacen que cada organismo deba tomar decisiones a la hora de moverse y procurarse su alimento.

## 2. La conexión entre sistemas

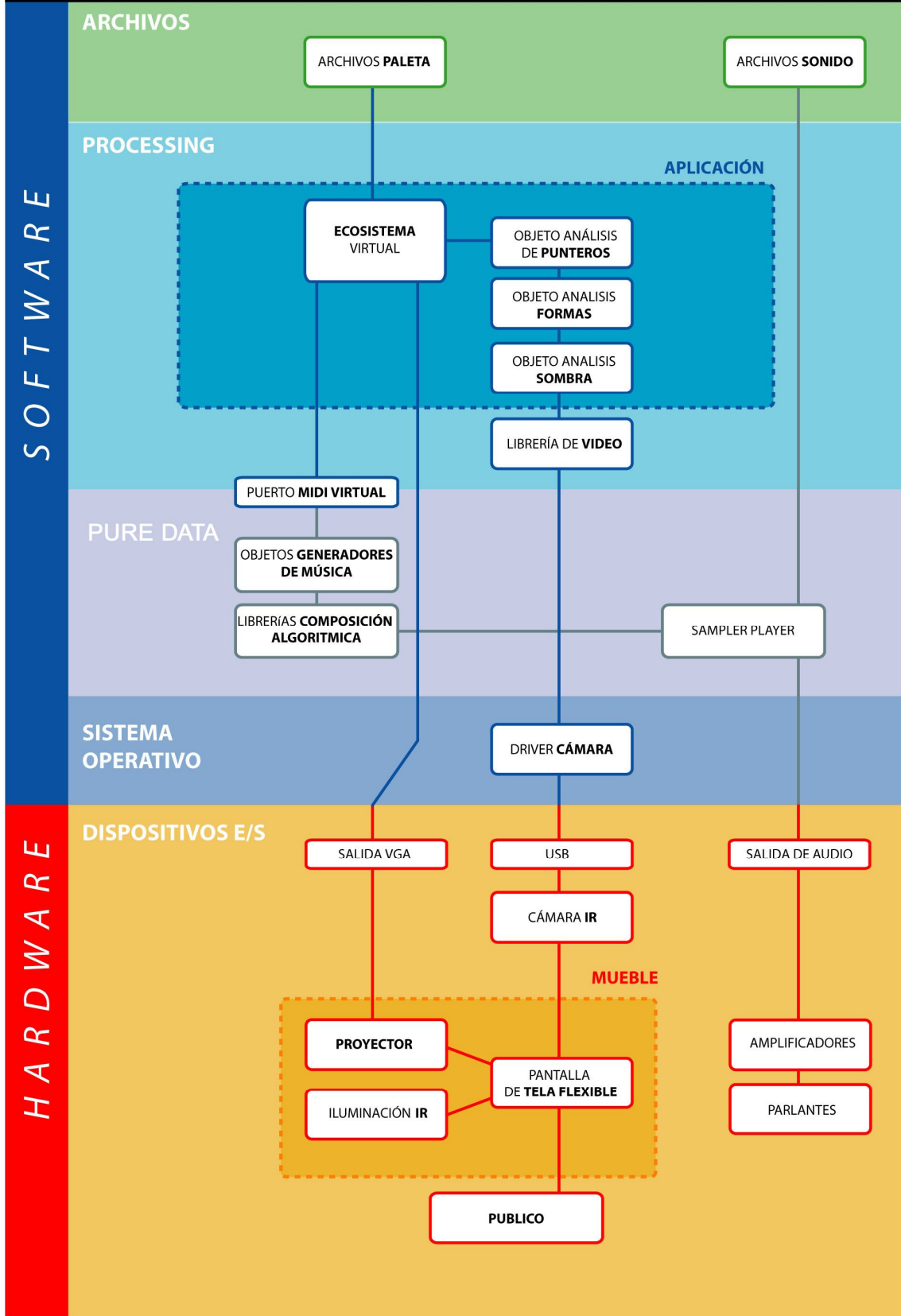
Sensible está conformado por 3 grandes sistemas: el de la pantalla sensible al tacto, el de simulación de vida artificial y el de composición musical en tiempo-real.

El sistema de la pantalla sensible al tacto envía información al sistema de vida artificial respecto de los punteros y sus eventos. El sistema de vida artificial genera nuevas criaturas virtuales a partir de los gestos hechos en la pantalla, a su vez sostiene la simulación del ecosistema ya existente y determina variables de censo para pasar al sistema de composición en tiempo-real. Este último, utiliza los valores de estas variables para determinar los parámetros que gobiernan la composición musical en tiempo-real.



Esquema de los sistemas de Sensible

# SENSIBLE / PROYECTO BIOPUS



Esquema de elementos involucrados en el sistema de Sensible

### 3. La pantalla sensible al tacto

La instalación Sensible posee en una mesa con una pantalla sensible al tacto que está implementada con una tela elástica. Esta pantalla funciona mediante un sistema óptico que es capaz de detectar la sombra que se genera con los dedos al presionar la pantalla.



Figura: imagen vista por la cámara cuando se presiona la pantalla



Figura: cámara con filtro IR



Figura: lámpara con filtro IR

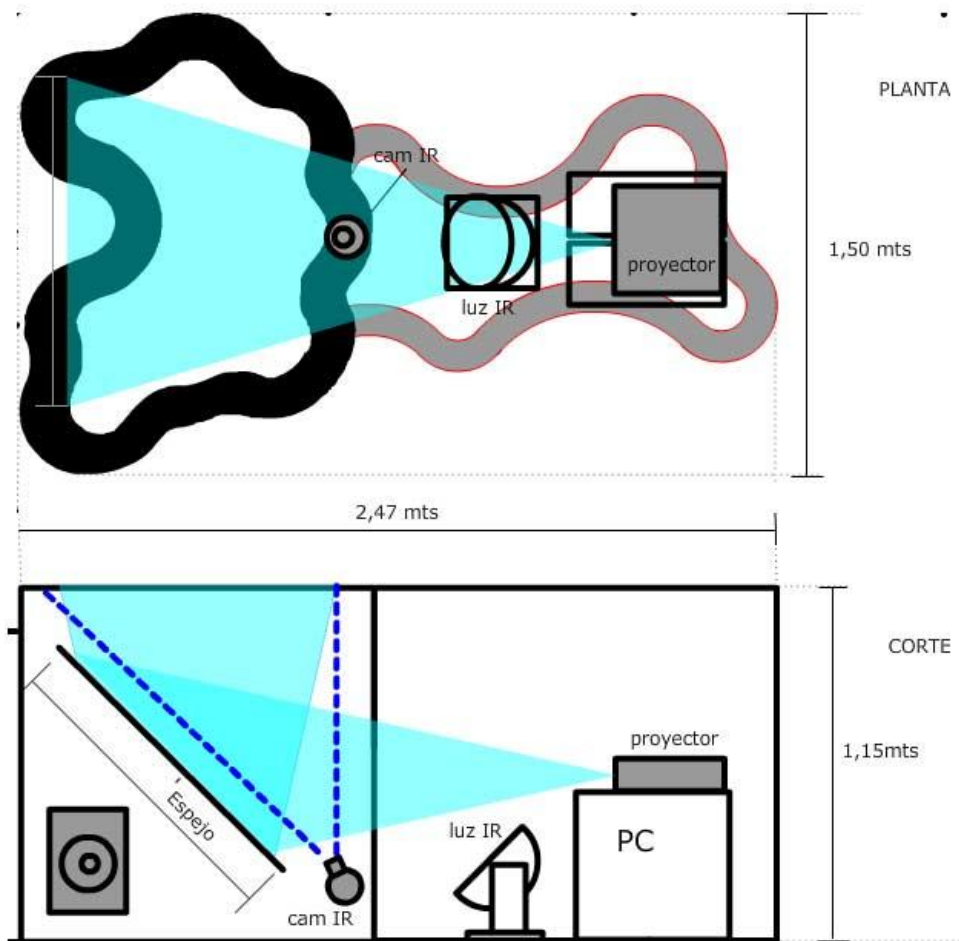


Figura: planos de la primera versión de Sensible

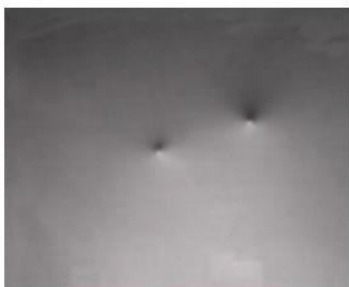
Este sistema óptico utiliza una cámara infrarroja e iluminación infrarroja. La cámara, al ser infrarroja, es incapaz de ver la luz emitida por el proyector de video, pero requiere una fuente de iluminación propia. La cámara puede ver la sombra que los dedos producen al presionar la tela sin interferencia de la imagen del proyector de video. A su vez, la iluminación infrarroja no es visible por los humanos y por ende no interfiere a la proyección de video.

Un algoritmo desarrollado en Processing es el encargado de interpretar la posición de los dedos en función de la sombra que estos producen sobre la tela. Este análisis consiste de 4 pasos:

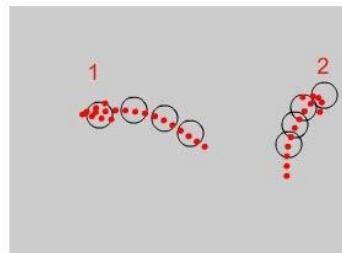
- Análisis de niveles de contraste para encontrar las puntas de los dedos
- Análisis de sombras inconexas para determinar ubicación (según la cámara)
- Análisis de los movimientos para comprender el comportamiento en el tiempo
- Transformación del sistema de coordenadas de la cámara al de la proyección

Para el primer paso del análisis, se buscan los píxeles que poseen el mayor contraste (diferencia de brillo) respecto de sus píxeles vecinos, dado que este fenómeno se produce en la punta de los dedos (mejor dicho, en la sombra generada en la punta de los dedos).

- Captura de sombra



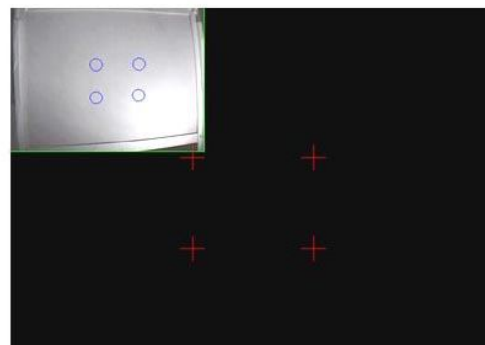
- Determinación de los punteros en el tiempo



- Determinación de las áreas inconexas



- Calibración entre proyección y cámara



**Figura: pasos de análisis de sombras de la pantalla sensible al tacto**

Luego de determinados los niveles de contraste, se aplica un umbral para discriminar las regiones de mayor contraste respecto de las de menor contraste. En la figura de arriba se puede ver (en la esquina inferior izquierda) una imagen bitonal que muestra estas regiones en color blanco. Esta imagen debe pasar por un proceso que analiza las regiones inconexas (independientes entre sí) para determinar la posición exacta, según el centro de cada una de

estas regiones. Posteriormente se analiza el comportamiento en el tiempo para poder discriminar las identidades y los eventos de los punteros. Es decir, cada dedo es visto como un puntero que posee una serie de eventos: down, up, drag. Por último, se transforman las coordenadas desde la cámara hasta la proyección.

Todo este proceso permite que los dedos sean vistos como punteros (muchos Mouse) y entonces se puede determinar que comportamiento ejecutar en función de cada evento de cada puntero.

#### 4. El sistema de vida artificial

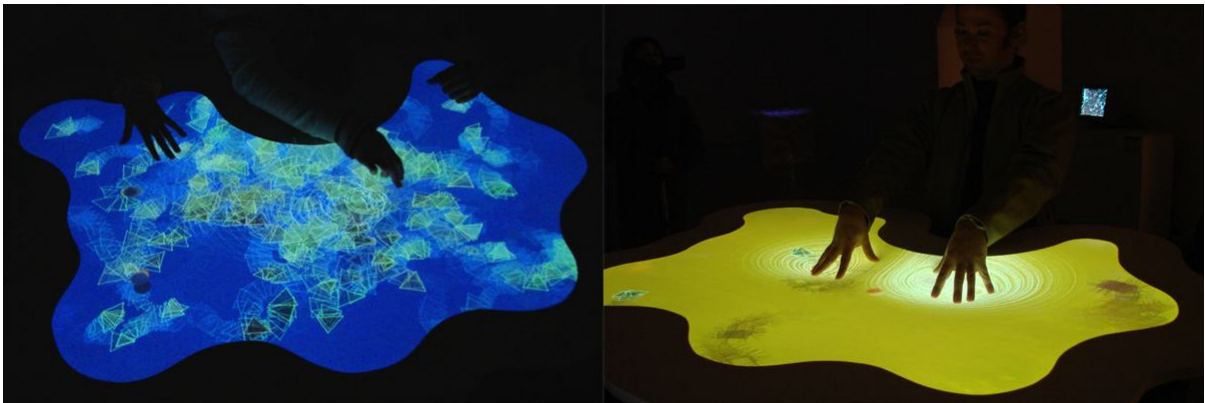


Figura: imágenes de la pantalla sensible

Cada individuo en Sensible es libre de actuar a su antojo. El ecosistema de Sensible es un sistema cerrado, dado que no existen elementos externos con los cuales vincularse, la única excepción es la intervención del público, en la pantalla sensible al tacto, que ingresa nuevos individuos al sistema. Cualquier sistema cerrado tiende al desequilibrio y en Sensible esto se evidencia constantemente, dado que oscila entre dos estados: la proliferación explosiva de la vida, o la extinción de todo. Pero a los fines de que la obra tuviese interés, fue necesario lograr que ese débil estado de equilibrio pudiese durar el mayor tiempo posible. La forma de equilibrar un sistema como este es imponiendo restricciones a la libertades de los individuos (no queremos que esto se malinterprete), como las existentes en los sistemas naturales. En estos sistemas los individuos también son libres pero existen restricciones que impone el medio, y hasta el propio cuerpo, que disminuye la cantidad de posibilidades “realmente” disponibles. Por ejemplo: un individuo puede vagar libremente, pero esa libertad se ve restringida cuando entra en juego el hambre, que de alguna manera impone hacia dónde debe dirigirse (en dirección al alimento). Es este tipo de restricciones las que fueron necesarias integrar en Sensible, es decir: el hambre, el consumo de energía, las posibilidades de moverse y/o reproducirse en función de la energía disponible, la muerte. Desde esta perspectiva existían variables como:

1. Cantidad de energía que se consume al moverse

2. Cantidad de energía que se recupera al comer
3. Cantidad de energía que se consume en el tiempo
4. Cantidad de energía necesaria para poder reproducirse
5. Velocidad de movimiento en función de la energía disponible

Todas estas variables determinan cuán rápido o no mueren, en promedio, los individuos de una especie, qué probabilidades tienen de cazar a su presa o de competir con otro de su especie, qué posibilidades tienen de reproducirse, y por ende, de no extinguirse. Todas variables que debieron ser calibradas con extremo cuidado, dado que cualquier valor fuera de lugar lleva al ecosistema a un importante desequilibrio. Sin embargo, este cambio de posición habilita la siguiente idea: el sistema está en constante tendencia al desequilibrio, pasando por momentos efímeros de equilibrio, y el objetivo de la interacción del público es sostener esos pequeños momentos de equilibrio y/o variar el desequilibrio.

## **5. El sistema de composición musical en tiempo-real**

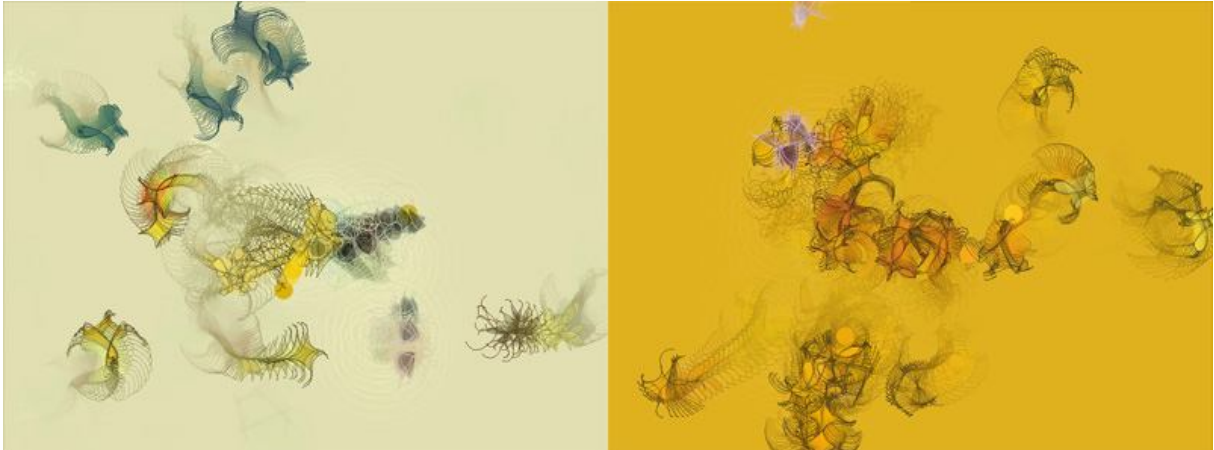
A la hora de pensar en el sistema de composición musical de Sensible se planteó el siguiente problema: ¿cómo vincular la dinámica de un sistema emergente con una estructura como la musical? La solución a este problema fue aprovechar lo ya aprendido en ese trabajo. Tomamos de Tango Virus (un de nuestros anteriores trabajos<sup>1</sup>) el criterio de analizar el sistema como una unidad y no desde el comportamiento de cada una de sus partes componentes. Pero a diferencia de Tango Virus, en donde dicho comportamiento global está determinado, aquí el comportamiento global es resultante de la acción de todos. Nuestro criterio de análisis para describir esta unidad fue abordarlo desde un punto de vista perceptivo: nos centramos en aquellas características que producen cambios importantes desde la percepción visual. De esta forma elegimos como variables de análisis:

---

<sup>1</sup> Tango Virus es una instalación interactiva en la que el público accedía a una habitación donde sonaba un tema de tango compuesto por Piazzola, en el espacio existía una región iluminada donde el público podía bailar siguiendo el tema, dicho baile era captado por un sistema informático que lo transformaba en un virus que atacaba y alteraba el tema musical. La coreografía realizada por cada pareja era analizada para generar un virus que, a partir de ese momento, evolucionaba en forma independiente, proliferando y transformando el tema musical en forma cada vez más violenta. El sistema informático contenía también la simulación de un sistema inmune, que permitía reconocer los patrones de baile de las parejas, haciendo que el sistema pudiese defenderse de aquellos patrones que se repetían. Este sistema inmune lograba que el tema musical pudiese defenderse del ataque viral y restableciera su salud (es decir que volvía a sonar en su forma original), pero cuando el patrón de baile era novedoso, el sistema no estaba preparado para defenderse y los virus “mataban” al tema musical (es decir que lo deformaban hasta el límite).

1. La densidad de población, tanto global como de cada especie por separado.
2. La cantidad de energía que consumían los individuos para moverse.

Sin embargo, estas variables fueron observadas no solamente desde su estado en cada instante, sino desde su evolución en el tiempo, centrándonos en la cantidad de cambio producido en la variación de las mismas.



**Figura: imágenes de las criaturas virtuales**

Hasta aquí está resuelto la primera parte del problema, la segunda es cómo vincular estas variables a la música. Y es aquí en donde nos enfrentamos a nuestro segundo desafío, que fue el de componer la música en tiempo real y respondiendo a estos cambios de estados.

La música de Sensible es creada a través de algoritmos de composición en tiempo-real con módulos que contienen funciones musicales que estructuran el discurso:

- Tempo
- Generador de Ritmo
- Textura
- Armonía
- Dinámica
- Duraciones

Este criterio de modularización se inspira en el trabajo de Karlheinz Essl, quien construyó la librería “Real Time Composition Library” [3], creada como una herramienta para composición algorítmica. También se utilizaron algunos de los objetos y abstracciones de esta librería.

En este esquema, el módulo de tempo marca la pulsación general de la música, que luego toman los generadores de ritmo de cada uno de los instrumentos para ejecutar las alturas, determinadas por el módulo de armonía, circunscriptas dentro una de las texturas posibles, etc. De esta manera los módulos configuran cada uno de los parámetros y funciones musicales que construyen el discurso.



Estos módulos se encargan de construir la trama musical en función de las decisiones que se toman en cada uno de sus niveles, por ejemplo, una vez decidido el tempo de la música, el módulo en cuestión genera los pulsos, y así cada módulo requiere de una determinada toma de decisiones: el ritmo, el tipo de textura, las escalas que conforman la armonía, etc. Entonces nuestro problema se traslada a qué tipo de decisiones hay que tomar en cada uno de estos niveles en función de la evolución del ecosistema virtual. A la hora de resolver esto, se adoptó el mismo criterio que el utilizado en el tratamiento de la imagen: apostar por la percepción. Entonces, observamos cuáles son las analogías posibles entre los estados y cambios de la imagen (producto de la evolución del ecosistema) y los de la música. De esta manera, por ejemplo, un aumento en la cantidad de individuos de una especie resulta en una ampliación del registro hacia los extremos grave y agudo del instrumento; o un crecimiento de la energía provoca un crecimiento de la densidad cromométrica. Una característica muy importante para reforzar la unión entre imagen y música se encuentra en la relación entre el nivel actividad del ecosistema y la tensión musical. Cuando el ecosistema entra en mayor actividad la música se acelera y los cambios, en todos los parámetros, se suceden a mayor velocidad.

Por lo tanto, podemos decir que en Sensible se generaron, por un lado, un ecosistema virtual producto de la interacción de individuos con comportamientos propios, y por el otro lado, un sistema de composición musical conformado por módulos que añaden información por capas; y que por último, se observaron ambos sistemas desde una perspectiva perceptiva para establecer criterios de analogía entre sus respectivas evoluciones. Esta lógica requiere de un profundo análisis de ambos sistemas y, si bien es cierto que en última instancia se desatiende al funcionamiento de los elementos constitutivos (como sucede en Tango Virus), aquí no hay una determinación del comportamiento de las partes en función del todo, sino que es un movimiento de abstracción que permite analizar el todo desde el “libre albedrío” de los elementos. Es interesante pensar que este proceso de abstracción es posible gracias a la elección de la percepción como elemento de analogía.

Julio de 2009

Grupo Proyecto Biopus

Emiliano Causa, Tarcisio Pirota y Matías Romero Costas

[www.biopus.com.ar](http://www.biopus.com.ar)

(gran parte de este texto está extraído de “Vinculación entre imagen y sonido en los sistemas interactivos y de vida artificial”, escrito por los mismo autores)