

PAPELES DEL FESTIVAL  
de música española  
DE CÁDIZ

Nº 3      Año 2007 - 2008

Homenaje a Francisco Guerrero

**Director**  
**REYNALDO FERNÁNDEZ MANZANO**

**Consejo de Redacción**  
**ALFREDO ARACIL**  
**MARTA CARRASCO**  
**EMILIO CASARES RODICIO**  
**MANUELA CORTÉS**  
**MARTA CURESES**  
**MARCELINO DÍEZ MARTÍNEZ**  
**JOSÉ ANTONIO GONZÁLEZ ALCANTUD**  
**MARISA MANCHADO**  
**ANTONIO MARTÍN MORENO**  
**MARÍA ISABEL MORALES SÁNCHEZ**  
**DIANA PÉREZ CUSTODIO**  
**JOSÉ MARÍA SÁNCHEZ VERDÚ**  
**DOLORES SERRANO CUETO**  
**OMEIMA SHEIK ELDIN**

**Secretaría**  
**M<sup>a</sup>. JOSÉ FERNÁNDEZ GONZÁLEZ**

**Depósito Legal: GR 1934 - 2008**  
**I.S.S.N.: 1886-4023**

**Edita: JUNTA DE ANDALUCÍA. Consejería de Cultura.**

**© de la edición: JUNTA DE ANDALUCÍA. Consejería de Cultura.**

**Coordina**  
**CENTRO DE DOCUMENTACIÓN MUSICAL DE ANDALUCÍA**

## CIBERNETICA I. INFORMÁTICA Y COMPOSICIÓN MUSICAL<sup>12</sup>

*Francisco Guerrero y M. Ángel Guillén*

*Transcripción realizada por M<sup>a</sup> José Fernández González (Dep. de Documentación del CDMA)*

### **Francisco Guerrero:**

Es importante y aunque pueda parecer extraño: aquí, se hable de lo que se hable, se va hablar de música. Quizá la forma en que se va a tratar de ella no sea la más frecuente porque voy a incidir en unas cuestiones que no son habituales, es decir, voy a procurar evitar todo tipo de parlamento técnico, de explicar como funciona un ordenador, o como no funciona, lo que se puede hacer o de lo que no se puede hacer con él.... Voy hablar de música no de cómo se hace la música, no de cómo se realiza la música con los instrumentos electrónicos, que es una cuestión que de todas maneras si hace falta él [*Miguel Ángel Guillén*] la puede explicar muchísimo mejor que yo, por que yo soy más bien compositor y teórico, que práctico de la cuestión puramente técnica de instrumentos electrónicos.

Entonces, la única manera que se me ocurre de empezar a definir lo que puede ser la música con ordenador, es empezar diciendo ¿qué es la música? Se supone que esto es una cosa muy sencilla pero en el fondo no es tan fácil. En el tiempo que puede durar esta conferencia no se pueden dar todos los datos suficientes como para saber ¿qué es eso?, ¿qué es la música?, ¿con qué estamos trabajando?, ¿qué es lo que manejamos? Porque evidentemente la música no son solo las notas sino que esa es la excusa para hacer música, es decir, sobre algo se debe sustentar y sobre algo se debe manejar. Como la pintura, un pintor sabe que no son los colores solamente sino que se hace con ellos, como la literatura no solamente las palabras sino que se hace con ellas. Entonces hay que dejar bien claro, la música no es buena porque contenga mayor o menor cantidad de faltas o no faltas<sup>13</sup>, el fundamento de la música, el sustrato, lo que da calidad o no a la música son unas cosas completamente distintas

---

<sup>12</sup> Conferencia grabada en el salón de actos del Centro de Documentación Musical de Andalucía con motivo de las Jornadas de Música e Informática, el 30 de noviembre de 1989.

Agradecemos a Susana Cermeño y Reynaldo Fernández Manzano lo consejos y la revisión del texto.

<sup>13</sup> Se refiere a las llamadas tradicionalmente “faltas” en la enseñanza de la armonía tradicional. N. E.

que no afectan absolutamente para nada a esos parámetros, que eso es la forma que tiene de manifestarse.

El primer paso para hacer entender una forma distinta de ver la música, es explicar en un sentido, en el mío particular, qué quiere decir cuando hablamos de buena o mala música, cuáles son las razones profundas. Esto no tiene nada que ver con la tecnología pero en cinco minutos se verá claro. Hay algo que hemos discutido durante muchísimo tiempo, Miguel Ángel y yo, y es que no son teorías absolutamente nuevas. La formulación matemática, por ejemplo, no es un invento mío sino que ha sido una aplicación real, es decir, de componentes matemáticos viejos a la música, que se puede uno remitir al libro de Cibernética de Wiener<sup>14</sup> o los libros que trataban de la Teoría de Comunicación de Shannon<sup>15</sup>, que son prácticamente los que a mí me pusieron en marcha para intentar comprender que se hacía una buena música. Hay que hacer una salvedad previamente, que voy hablar de cibernética no de informática. No sé si la gente ve muy claro qué es una cosa y qué es la otra. La cibernética es, la traducción de la palabra en griego quiere decir timonel, es decir, es lo que conduce. La cibernética es, en el libro de Wiener, la forma de regular el comportamiento en los animales, personas, y máquinas, por que la forma de acercarse al entendimiento de lo que es el pensamiento o la razón se produce igual en las personas que en los animales, y procuramos que también se produzca en las máquinas. Eso es la cibernética, y la informática es una herramienta para poner de manifiesto comportamientos que sirven solamente para resolver problemas técnicos, como pueda ser hacer armonías por medios informáticos pero que no afectan absolutamente para nada a lo que es realmente la creación.

Un problema que a mí me surgió hace tiempo, intentando explicar a una persona porqué me parecía mejor Wagner que Donizetti, por ejemplo. Todos, más o menos, los que tengamos cierto gusto musical por la razón que sea pensamos que siempre Wagner es mejor que Donizetti, no sabemos porqué. Se puede contar de una forma superficial, de una forma instintiva, es decir, la melodía de uno es mejor que la de otro, pero eso son juicios digamos estéticos en los que no me voy a meter. Sin embargo, hay algo que ha enseñado la Teoría de la Información, que es la capacidad que tiene algo de ser redundante o no. ¿Porqué es peor Donizetti que Wagner?, porque Donizetti es redundante. No hay nada peor para el arte que la redundancia. A los que habéis seguido los cursillos de informática os han enseñado, en programación, que cuando algo se mete en un bucle infinito no hay forma de darle salida sino que hay que cortarlo, de forma, que la información que da Donizetti es mínima, es redundante, diríamos que es una información que en el código binario es 0.1.0.1.0.1 y ya está, no transmite nada más que la mínima información que es

---

<sup>14</sup> Norbert Wiener (1894-1964): *Cybernetics: or, Control and Communication in the Animal and Machine*, 1948. (Matemático conocido como el fundador de la cibernética). N. E.

<sup>15</sup> Claude Elwood Shannon (1916-2001): "A mathematical theory of communication", *Bell System Technical Journal*, vol. 27, pp. 379-423 y 623-656, July and October, 1948. (Ingeniero electrónico y matemático se considera como el padre de la "teoría de la información"). N. E.

posible transmitir. El que sabe de música sabe que es un compás de  $\frac{3}{4}$  haciendo pun chin chin, pun chin chin, pun chin chin pun, y así hasta la eternidad. ¿Qué es eso? Eso es redundancia, es un ciclo cerrado en que la información es mínima, se produce una cantidad muy pequeña de componentes que transmiten información que puede ser un bits, dos, tres o veinte bits y ya está. ¿Qué pasa, porqué los músicos cuando hablamos de música decimos esto es mejor? Por que la información es mayor. Decimos “caramba como ondula Wagner”, o la cantidad de grados por la que pasa un coral de Bach, como modula, como llega a estos grados.... Nos admira eso, no nos admira el que constantemente un autor esté I y V grado, I IV V y VI grado, I IV V y VI grado, sino, que realmente la forma de percibir la información que se nos da no es tan sencilla como aparenta.

El ser humano es una persona que necesita biológicamente entender información, o sea, pide información, todos pedimos información, mucha más que la que nos puedan dar de forma inmediata. Entonces el problema está cuando se produce ese fallo, entre la cantidad de información que se da y lo que uno es capaz de percibir, por ejemplo, en el caso de Donizetti, es una información no solamente redundante sino que llega un momento, posiblemente porque el bucle no se corta, en que termina de transmitir información, pierde sentido, es información codificada o no. En el caso de la música contemporánea que tanto nos gusta hablar a todos, ¿porqué nos parece generalmente la música contemporánea mala? Por que la información no está codificada, no transmite nada, o hay un exceso de información mal distribuida, o una cantidad de información que no llega al mínimo, y eso tú [*hace referencia a Miguel Ángel Guillen*] hablarás después de las neuronas, [*necesario*] para que una neurona se estimule y produzca un impulso eléctrico. Seriamente la mala música contemporánea se produce porque hay una información indiscriminada que no quiere decir absolutamente nada. Un paralelo es, para que se entienda aquí claramente, lo que se puede hacer con una linterna, uno coge una linterna la enciende y la apaga una cantidad de veces, las que quiera, y podemos decir en principio que no transmite ningún tipo de información salvo que esa información se codifique y cuando encendemos y apagamos la linterna estemos utilizando el código Morse para transmitir información. Entonces esos impulsos llamados binarios, de abierto cerrado, abierto cerrado, codificados de una forma particular, hacen que se transmita información.

### **Miguel Ángel Guillen:**

Bueno quería comentar un poco que realmente nosotros vamos a intentar analizar más la forma de una obra e intentar localizar nuevas formas, que la síntesis de sonido. En cierto modo en el mundo, en el tema de la música contemporánea existen dos vías perfectamente diferenciadas, un camino que va hacia la síntesis de sonidos y la generación de sonidos nuevos y el tratamiento en tiempo real de esos sonidos, que en cierto modo, es lo que os han debido comentar a lo largo del curso; y otro camino completamente distinto, y que en cierto modo se ha olvidado un poco, que es la forma y la generación de nuevas obras. Y hay otro tema, y posiblemente alguien se lo estaba preguntando, el Bolero de Ravel parece redundante ¿no? ¿Porque el

Bolero de Ravel sin embargo es una obra buena?, y esa es la pregunta que te hago, quizá a alguien se le haya ocurrido.

**F.G.:** Hay dos cuestiones. Es recursivo y, ya hablaremos de recursividad un poquito más adelante, donde vamos a intentar explicar porqué hay recursividades que son productivas de información y recursividades que no son productivas de información. El Bolero de Ravel es, en un principio, redundante. Sin embargo, tiene un componente no voy a decir estético, el acierto de una melodía que sea más o menos bella, sino que la habilidad es transformar una información que en principio es redundante en algo que sea progresivamente no redundante, aunque sea recursiva en sí misma, que es por medio de la transformación instrumental, por ejemplo. La habilidad de Ravel no está en la belleza de la construcción melódica, que sea más o menos bonita podemos estar más de acuerdo o menos, pero nos gusta sobretodo no por los juegos de la melodía sino por qué se hace con eso, es decir, como progresa eso en el tiempo, cómo un impulso simple se convierte cada vez en una información más compleja, se va acumulando, cada vez percibimos más información, nos esta dando posibilidades nuevas de ver ese impulso que en un principio era muy simple, muy simple. Esto tiene que ver con lo que hemos estado diciendo de lo que podemos juzgar que es bueno o malo en la música del pasado, es decir, lo he dicho antes la admiración que nos causa un coral de Bach frente a un concierto para cualquier cosa de esas múltiples cosas que tenía Vivaldi, y perdón al que ame a Vivaldi, en Vivaldi vemos que la dosificación de grados es mínima, la información de paso de un grado a otro es mínima. ¿Qué pasa la persona que está oyendo eso, o la persona que sabe música y que mira eso? Decimos “caramba que pobre”. Hoy en términos digamos de Teorías de la Información estamos diciendo que la información esa, si existe, es redundante, no va más allá que la exposición de algo. Sin embargo, en los grandes maestros vemos que eso sucede de una serie de pasos sucesivos simplemente se va agrandando cada vez más y más. Hacemos este paso que me parece importante por que esto tiene mucho que ver con lo que vamos hablar ahora que es la relación de la composición de la música contemporánea con la ciencia.

El problema vital de la música de hoy día ha sido la innovación formal, nadie puede perder el tiempo en pensar que toda innovación musical, fundamental, está basada en la adquisición, por ejemplo, de un instrumento más, o de una sola adquisición parcial, de la conquista de unos grados sonoros mayores que te permiten llegar a ciertos tipos de forma de atonalismo o de disolución de la tonalidad. No, no es eso. Ahora estamos en un momento critico en que se ha perdido todo ese tipo de conceptos que teníamos antes, es decir, de armonía funcional, de armonía no funcional, de consonancia, de disonancia, de agotamiento de las formas clásicas..., es decir, los típicos conceptos de simetría, por ejemplo, la forma A B A, todo el mundo está de acuerdo en que la simetría es muy fea en arte, posiblemente porque ven la simetría de una forma simplista, es decir, la música tiene que ser A B A o A B A B A o C, no, eso no.

¿Cómo se llega a la resolución de problemas que den un paso más? Yo creo que la solución hoy día está, y lo hemos hablado muchísimas veces, en las cuestiones que puede solucionar la ciencia, la ciencia permite entender una cantidad de cosas que no ha permitido antes. La razón por la que Beethoven es bueno no es porque ponga las notas de una forma determinada sino lo que subyace por debajo de todo eso. Y lo que subyace por debajo de todo eso evidentemente, está sustentado si las notas están puestas en su sitio.

Informática, la informática sirve solamente para que ayude al compositor a resolver problemas, ya que un cálculo a mano sería engorroso. Permite también hallar soluciones que simplemente a mano serían bastante más costosas. Todos sabemos lo que es la música de Mozart, o lo que es la música de la época de Beethoven que trabajaban a cuatro, cinco o seis partes, hoy día el cálculo ha llegado a unas complejidades tan grandes que no podemos realizar a mano ese tipo de cosas, para eso sirve el ordenador, para solucionar por medios que permite la física, la matemática ese tipo de problemas.

**M.A.G.:** Aquí se tendrían que analizar dos partes bastante diferenciadas, o al menos con Paco en estos momentos hemos tratado de hacer dos partes. Uno de los problemas que tenía Paco eran problemas combinatorios, y no solamente problemas combinatorios a nivel de la realización de cálculos de tiempos y de alturas dentro de cada uno de los materiales, sino problemas de selección de las combinaciones más propicias para cada momento de la obra, entonces, para esto la informática tiene herramientas muy interesantes una de ellas es la recursividad. La recursividad en informática se está utilizando principalmente en sistemas expertos Prolog, por ejemplo, un lenguaje clásico basado en recursividad y en un sistema experto, es decir, es un sistema experto como base más recursividad.

Bueno, no sé si sabéis lo que es la recursividad. La recursividad dentro de un programa de ordenador es un programa que es capaz de llamarse a sí mismo, entonces no sé si os preguntaréis o diréis ¿bueno, y que podemos hacer con eso? Supongamos que tenemos una serie de reglas, esas reglas vamos a suponer que las tenemos en un bloque de un programa y en un determinado punto de ese bloque que tenemos en el programa podemos hacer que vuelvan a repetirse la ejecución de la regla con un caso hipotético. ¿Que nos permite hacer esto? Lo primero es que nos permite generar unos filtros con unas reglas que nosotros hemos predicho. Cuando el problema es muy complejo llega a un momento en el cual el cerebro es incapaz de saber cómo el sistema ha llegado a una solución ¿Por qué? Por que ha pasado varias veces por ese grupo de reglas y al final no sabemos qué ha hecho, o sea, se podría analizar tomándolo con un poco de calma pero el problema es que el sistema al final ha tomado una decisión que lo único que sabemos es que la ha tomado basado en unas reglas que nosotros le hemos dado. Pues bien, esa es una de las herramientas que se han utilizado para, dado un número muy grande de combinaciones, seleccionar determinadas de ellas que nos servirían para una composición musical, en

esto Paco, quizá, tu puedes comentar cómo has utilizado ese tipo de combinaciones.....yo estoy muy en plan técnico...

**F.G.:** Sí, estas demasiado en plan técnico. Un ejemplo, sencillo de recursividad que no es enteramente recursividad, es simplemente para que se entienda, puede ser una curva fractal, que no es un caso especial de recursividad, sin embargo sí es en cierto sentido recursivo puesto que se genera con una semilla que siempre es la misma, uno obtiene un programa, genera una semilla y todo lo que va sucediendo obedece a dos reglas básicas, o tres, o cuatro que es lo que produce la generación....

**M.A.G.:** Un ejemplo podría ser un arabesco, ya que estamos en una tierra de arabescos, pues si viéramos un arabesco veríamos que está formado por un gráfico básico que se va repitiendo sobre toda la estructura. Entonces podríamos imaginar imágenes que están generadas a partir de un elemento básico como puede ser un triángulo como comenta Paco, y entonces ahí hay figuras bastante curiosas como el copo de nieve o hojas que son posibles de generar a base de la repetición de este tipo de elementos.

**F.G.:** Esto es importante porque estamos hablando de música y vamos a intentar explicar que tiene que ver todo esto con la música. Para comenzar a hablar de una fractal, hay que comenzar explicando el movimiento Browniano, que es el movimiento aleatorio de cierto tipo de partículas, por ejemplo, que en un momento no se sabía si seguían reglas o no, cuando se movían en un líquido, y si dependía de la densidad del movimiento, del calor y todos ese tipo de cosas que son técnicas. Después se llegó a descubrir que realmente este tipo de comportamiento no era aleatorio, en un principio se pensaba que era aleatorio, pero no lo era, el análisis se tuvo que hacer estadísticamente. Posteriormente se descubrió, que cierto tipo de partículas en un líquido se mueven de una forma muy característica. Esto trajo consigo distintas investigaciones y estudios, Einstein lo estudió, hasta que llegó una persona que se llamaba Mandelbrot que fue capaz de deducir de todo esto movimientos más generales. Cuando digo deducir, no solamente deducir sino aplicar a componentes que no son inmediatos sino que afectan, por ejemplo, a la distribución de las masas en el universo.

Un ejemplo de fractal, que él ponía, es lo que puede ser la costa de Inglaterra y que no es ni más ni menos que llevar hasta sus últimas consecuencias lo que hemos estado diciendo antes, la recursividad en un fragmento de costa contiene en su mínima parte la curva general. El que entienda un poco de conocimiento musical se puede dar cuenta de qué quiere decir esto, quiere decir que la obra está contenida en cada uno de los fragmentos y este fragmento se reproduce a lo largo de toda la obra y esto se puede demostrar matemáticamente, esto tiene que ver con la música insisto.

**M.A.G.:** Si, aunque parezca mentira esto tiene que ver con la música....



**F.G.:** Cuando miramos un mapa, por ejemplo, de la costa de Inglaterra, Holanda o España vemos que esta costa no está lisa sino que contiene curvitas, si lo miramos con una lupa vemos que ésta curvita contiene más curvitas, si lo vemos más detenidamente vemos que tiene más curvitas y si nos ponemos a la orilla del mar vemos que las curvitas son infinitas, es decir, es un área inscrita en un perímetro que es finito, sin embargo, según dependa la medición cada vez más pequeña el área va aumentando, si vamos midiendo milímetro a milímetro resulta que hay una cantidad de milímetros enormes que excede al perímetro en el que está inscrito. Este es el principio que puede generar una mentalidad nueva en música que es lo estamos hablando, que algo que es muy pequeño como puede ser un fragmento de Costa permite generar toda una curva entera y la curva entera está contenida en cada uno de los pequeños fragmentos, esto matemáticamente se demuestra mucho más claramente que así.

**M.A.G.:** Bueno, pensamos que es más entretenido que nos estemos pasando el testigo con lo cual os vamos a freír a conceptos. Paco ha definido las curvas fractales, yo realmente quería dejarlo para después, las curvas fractales tienen la característica de estar gobernadas por una ecuación, es igual que el movimiento Browniano está gobernado por una ecuación, entonces realmente hay dos tipos de problemas. El primero que yo empecé a tratar con Paco fueron problemas combinatorios clásicos, es decir, teníamos a lo mejor veinte elementos y teníamos que hacer combinaciones de estos veinte elementos tomados de siete en siete, o de ocho en ocho, o de nueve en nueve, eso en principio nos daba un montón de combinaciones y lo que ocurría es que todas esas no nos servían y teníamos que hacer un filtrado.

Hay otro segundo hecho, que hemos estado tratando, que es el de las curvas fractales, las curvas fractales son unas curvas que están gobernadas por una única ecuación matemática, esta ecuación matemática se encuentra dentro del plano complejo y lo interesante de estas curvas es que si nosotros vamos analizando un punto y queremos continuar analizando ese punto nos va a ir generando curvas nuevas, dibujos nuevos, imágenes nuevas, es decir, que primero podíamos tomar un margen, por ejemplo, entre menos diez y diez, y menos diez y diez, dentro del eje complejo y tendríamos una imagen, luego nosotros podríamos hacer una abstracción y podríamos analizar solamente entre cero y cinco, y cero y cinco en el eje complejo, entonces tendríamos una zona más pequeña. Si analizásemos esa zona nos iba a dar otra imagen distinta, si esto se hiciera infinitamente se tiene demostrado que volveríamos otra vez a la curva inicial que habíamos obtenido al principio ¿Qué significa esto a nivel musical? Bueno, pues que si nosotros queremos analizar un entorno de un punto, y queremos tener el material para un determinado instrumento en el entorno de un punto podemos coger un punto cualquiera de ellos y mediante una traslación podemos obtener un material para un instrumento, luego podíamos coger otro punto aleatorio y generar otro material para otro instrumento, pero al final la suma de todos los materiales de todos los instrumentos que hubiéramos

cogido estaría gobernado por una ecuación única, quizá en esto tú [*se refiere a Francisco Guerrero*] a nivel musical lo podrías explicar un poco mejor.

**F.G.:** Voy a explicar un caso muy simple de lo que puede ser la generación de una fractal simple, [*escribe en la pizarra*]. Esto son dos coordenadas, esto es el tiempo y esto es la altura, simplemente se genera un punto, donde sea, y hay una serie de reglas básicas que te dicen cómo se mueve de una forma aleatoria o pseudo-aleatoria, y al final se generan un tipo de curvas, que están reproducidas en una curva mucho más amplia. Esto te da por ejemplo alturas, es una explicación muy simple de lo que puede ser una fractal, por desgracia no he traído ejemplos y es curiosísimos porque si haces una curva o generas fractalmente una curva con los doce semitonos te sale una cosa que, digamos, que puede ser dodecafónica, pero no lo es por que no están exactamente funcionando los doce tonos.

Otro ejemplo que hicimos era simplemente dejando las notas pentatónicas, se generaba algo pentatónico y teníamos una música de Balí, estábamos viendo música balinesa, pero claro, estadísticamente se estaban moviendo en esos márgenes que nosotros le dábamos. Por consiguiente, un ejemplo de curva fractal ¿que es?, es un mérito estadístico con una semilla cualquiera. Para poner un ejemplo de que es una semilla cualquiera podemos tomar el primer estudio para piano de Chopin que la semilla viene dada por el bajo, y entonces la mano derecha se va moviendo estadísticamente con las notas correspondientes al acorde al que se ha ajustado. Imaginaros lo que puede ser el componer un estudio así pensando nota a nota la nota que hay que poner, es imposible. Las reglas que subyacen por debajo debían de ser evidentemente de tipo matemático si no, es que no se puede estar pensando constantemente después de un DO ¿qué pongo, un MI? No, se utiliza un ejemplo de curva fractal en donde la mano derecha sube y baja de una forma estadística. Con excepciones ya que esto que estamos diciendo, antiguamente se llamaba apoyatura, se llamaba retardo, era la tecnología que tenían ellos, hoy día lo podemos analizar de una forma bastante distinta. Nos damos cuenta que eso es una curva fractal y que todo eso al final, si pudiéramos hacer un análisis mayor, veríamos que todo ese tipo de curvas se reproducen en un trámite pequeño.

**M.A.G.:** También habría que hacer hincapié en que todo está gobernado por una ecuación única con lo cual aunque parezca todo que es un desorden, no es un desorden porque está metido dentro de un proceso mayor, no se si tú lo puedes explicar un poco mejor [*se refiere a Francisco Guerrero*], a nivel matemático posiblemente sea más intuitivo todo está gobernado por la misma ecuación, por lo tanto, todo expresa una misma idea. A nivel musical no sé cómo explicarlo. Es decir, aunque parezca que la música es aleatoria la música no es aleatoria sigue unas pautas.

**F.G.:** Claro, pero eso en todo caso se puede explicar, y perdón por que estamos hablando de cosas de ordenadores, mediante la mecánica cuántica que explica cierto tipo de comportamientos, es decir, por el principio de Heisenberg no se puede medir

de una partícula o de un electrón, el movimiento, la posición, es imposible no se puede saber, funciona por márgenes anchos, funciona por bandas [*escribe en la pizarra*].....

**Público:** No sé si estoy un poco despistado pero a tenor de lo que decía de la ecuación sería algo así como que posiblemente un movimiento de una sinfonía de Mozart o de Haydn está gobernado por una sola ecuación ¿o no tiene porqué ser así?

**F.G.:** Podría ser así, tampoco me he parado a pensarlo..... no lo sé, en todo caso se puede decir que sí se puede reproducir música como Mozart o como Haydn a partir de una ecuación así.

**Público:** ¿Querría usted decir que lo que ha sido tradicionalmente la música de concierto, clásica, se puede diferenciar hoy en día la heterogeneidad o los nivel en relación con los fractales o con ecuaciones que gobiernen esos fractales?

**F.G.:** Claro que si, otro ejemplo de fractal puede ser la variación sobre un tema, un tema se caracteriza porque tiene este grado, el otro y el otro al que llamamos melodía y la variación consiste en ir variando la curva primera que es ésta. La curva primera a la que llamamos tema, está acompañada por una serie de curvitas que son los fractales, y esta curva forma el recorrido musical. Hoy día por medio de las ecuaciones el recorrido lo podemos hacer más grande obedeciendo a reglas que antes cuando hacían música la hacían de una forma simple, apoyatura, retardo....., ahora no, conocemos ese mecanismo y podemos hacer que la curva sea como queramos. Yo como músico lo entiendo, él [*se refiere a Miguel Ángel Guillen*] como ingeniero lo puede explicar de una forma más detallada pero ahora no creo que tenga sentido.

**M.A.G.:** Aquí vuelvo otra vez a hacer un inciso, así como las fractales son una herramienta en principio básica de matemáticas y solamente se utilizan en ellas, puede haber determinadas ciencias como la física o la termodinámica en las que también se reproduzcan fenómenos o hechos que están gobernados por una ecuación, en el ejemplo del movimiento Browniano o la mecánica cuántica sabemos que están gobernados por una ecuación, sin embargo, tienes miles de partículas que se están moviendo en principio aleatoriamente, pero no es verdad que se estén moviendo aleatoriamente porque hay unas fuerzas de atracción y de repulsión entre todas las partículas. Es solamente una puntualización para hacer hincapié en que también estamos funcionando sobre una función, es decir, que los hechos que se producen no son totalmente aleatorios sino que están metidos dentro de un conjunto.

**F.G.:** Pueden ser aleatorio o pseudos-aleatorio, lo único que interesa es la cantidad de movimiento general que se produzca más ancho o menos ancho. [...] Por ejemplo, en las primeras obras de Xenakis, que él era arquitecto y utilizaba este tipo de cosas, estaría aquí el eje [*escribe en la pizarra*] hipotéticamente las moléculas chocaban y hacían la curva con este eje horizontal de tiempo, él decidía porque esto no o porque sí, él decidía si la anchura de la banda era así o era así, es decir, si era de

cuatro octavas o era de una octava o de media octava y entonces todos los violines están moviéndose en una octava.

**M.A.G.:** Esto también supone el hecho de que la máquina no va a componer sino que es necesario la ayuda de la parte humana para indicarle entre que rango se tiene que mover o qué parte de las generadas son las que realmente interesan, porque puede haber otras que sean una auténtica porquería, es decir, que aunque nosotros le indiquemos una ecuación o nosotros utilicemos unas determinadas reglas para hacer una selección de patrones que nos interesan, a lo mejor esa secuencia de patrones pues son una porquería a nivel estético, ahí está la labor del músico y del compositor que es la parte humana, el ordenador no se va a poner a componer por sí solo hay una parte humana por medio.

**F.G.:** Bueno salvo que le enseñemos a componer....

**M.A.G.:** Pero eso será posteriormente....podríamos poner alguna de tus obras....

**F.G.:** Si, se puede poner algo...

**Público:** De todas formas Paco, yo creo que lo que estáis hablando se inscribe dentro de una tradición milenaria, o sea, que es la aplicación de la estructura numérica...en este caso concreto me estaba acordando, por ejemplo, de la aplicación del número áureo, de la proporción áurea que a efectos matemáticos manuales aplicaba el ejemplo Bártok por ejemplo ¿no?....

**F.G.:** y que yo aplico...

**Público:** Si, lo que quiero decir es que continuáis la línea de la tradición.

**F.G.:** Hay una cosa que decían y es cierta, lo que no es tradición es plagio, eso todo el mundo lo sabe....

**Público:** Eso es muy importante decirlo por parte de la vanguardia...

**F.G.:** No, hay está la gracia lo que no es tradición es plagio, es decir, el plagio ¿que es? la copia constante de algo ya hecho, lo que ha hecho un señor o lo que ha hecho un señor hace veinte años o lo que hicieron veinte señores hace 50 años. La tradición es coger el hilo que te han dado y seguirlo. A mí mi maestro me enseñó hasta aquí, yo cómo soy tradicionalista sigo la tradición, el que no es tradicionalista, se llama a sí mismo tradicionalista pero no lo es, es un plagiaro. Todo lo que no sea seguir la tradición es plagio, es volver atrás, estamos constantemente hartos de verlo, no se puede decir que sea más tradicionalista el señor que repite las tonterías que han hecho en el pasado. Bueno, es un ejemplo un poco simple, pero es verdad, claro que estamos jugando con unos patrones evidentemente que sí, si la música es una, hecha de una forma distinta por eso cuando he hablado antes de la cuestión de la

percepción de la música los parámetros son iguales, da lo mismo que nos fijemos en el gregoriano que en Ricardo Wagner. El hecho de que el cerebro procese la información de una forma determinada es una, con las consecuencias normales de que el cerebro evolucione un poquito más y es capaz de analizar muchos más parámetros pero la percepción sigue siendo la misma. [...]

**Público:** Ahora mismo lo que estamos hablando no es de tecnología propiamente en sí, sino de todo lo que cabe...

**F.G.:** No, estamos hablando de tecnología y de música.

**M.A.G.:** Lo que ocurre es que los cálculos de una curva fractal, por ejemplo, un Mandelbrot utilizando una T le cuesta más o menos a la T calcular dos o 3 horas que se tardan en hacer una curva, eso a nivel matemático. Imagínate si tú esas 3 horas te las tuvieras que hacer a mano hubieras tardado a lo mejor un año en calcular numéricamente una curva.

**Público:** Aunque yo entiendo mucho de matemáticas y física con todo lo que se está diciendo, más o menos, se ponen en cuestión muchas cosas porque el concepto musical desde Pitágoras hasta ahora puede cambiar en la cultura occidental, porque aunque dice que la música es una, y evidentemente es una, la concepción formal desde Pitágoras hasta ahora pasando por el gregoriano para nosotros es un cambio. Yo a lo que me refiero es, si este cambio fundamental que es tecnológico, de la informática y de la síntesis del sonido, tanto para usted como para los compositores de hoy en día puede provocar un cambio en el planteamiento que no solamente se quede en el círculo de iniciados sino en las ideas en sí para abarcar otro tipo de música como la música étnica o la música microtonal y no hablo de cosas muy raras sino en cuanto al concepto de música.

**F.G.:** En cierto modo sí, pero cuando me hablas de la música étnica o de la música microtonal es como si me hablas del futuro de la música para gaita... pues no, me estás hablando de una cosa muy particular. La música étnica como la música microtonal forma parte de todo esto, es decir, es como preguntarse ¿las curvas fractales para arriba tendrán más importancia que las curvas fractales para abajo en el siglo que viene? Es un problema que ni va, ni viene, la música trata de ser más abarcadora. Como toda teoría científica es mejor cuando es posible que ella misma abarque todas las teorías anteriores, cuando sea capaz de explicar una cantidad mayor de cosas, por ejemplo, hoy en día se dice que la teoría de la gravitación de Newton es un caso particular de la teoría de gravitación de Einstein, de forma que Einstein abarcó todo tipo de teorías. Una teoría para que sea consecuente consigo misma y sea amplia tiene que justificar de alguna forma todos los casos particulares anteriores y que lo engloben.

**M.A.G.:** En cierto modo, con este tipo de herramientas nosotros podríamos tener de alguna forma músicas de tiempos anteriores, es decir, que no nos estamos cargando

nada sino que simplemente estamos evolucionando que es lo que ha comentado Paco. Esta teoría que estamos aplicando ahora nos permitiría sin ningún problema utilizar la generación de la forma anterior de hace años.

**Público:** Yo quisiera hacer una pregunta, a veces, me da la impresión de que el problema de algunos tipos de música contemporánea es que no están superando en cierto punto la percepción que tiene actualmente el ser humano, es decir, si no hay cosas con las que se están jugando, que se juegan desde un punto de vista matemático, a la hora de la composición que nuestro oído realmente no es capaz de percibir o de diferenciar, si no se está jugando con una serie de valores de altura que nuestro oído no capta....

**F.G.:** Sí, en cierto modo sí, pero ese no es el problema de la música contemporánea, pongo un ejemplo muy sencillo, “la fabada está muy mala porque siempre que la he comido la han hecho tan mal que entonces tiene que ser una cosa asquerosa”. Pues depende de quien la haga, es decir, ¿que juegan con parámetros que no son perceptivos?, evidentemente que sí, pero el problema no está en que se especule con esos parámetros sino en que se hace mal, todo es malo porque está mal hecho, no en sí mismo.

**Público:** Me refiero a una limitación física pues nuestro oído no da más...

**F.G.:** Sí claro... hace años, muchos años en un concierto en el Instituto Alemán de Madrid se juntaron un grupo de compositores y dijeron “señores esto es un concierto de ultrasonidos así que les pedimos que no se mueva nadie del asiento porque si lo hacen pueden chocar unos con otros y alguien se puede quedar frito”, claro la gente entró y se sentó con un cuidado y comenzó, no se escuchaba nada pero nadie se atrevía a moverse por si chocaban y se moría. Terminó y la gente estaba muy contenta por que no les había matado. Esto ocurrió de veras es histórico. Lo que quiero decir es que la música juega con todo, hasta la ciencia juega, la pintura también juega y la literatura, pero en todo caso en esto está la gracia. No se puede descalificar a toda la música, a toda la literatura o toda la pintura, porque haya un señor que lo hace muy mal y yo no creo que la gente pretenda tomar el pelo cuando hace esto, simplemente que son torpes lo hacen mal y no son capaces de hacerlo mejor.

En una ocasión el ordenador fue un alumno mío. Estuve en Granada hace unos cuantos años componiendo la obra que vamos a oír ahora y se vino un alumno que trabajaba conmigo, también compositor David del Puerto, como no tenía material le di los números, el ámbito de comportamiento de los instrumentos, las pulsaciones y le dije “hay que ir rellenando los datos”. Estuvo rellenando montones de hojas de papel milimetrado y cuando, por fin, terminó todo aquello después lo pasó a música con muchísima paciencia. No teníamos ningún tipo de material y era una simple persona que iba haciendo números y pasándolos a papel. Y después se forma algo [*en esta obra*] que hemos explicado antes, cuando aparece en unísono son un tipo de

fractales moviéndose en un ámbito muy estrecho, jugando con cuartos de tono que se abren y se cierran.[...]

Vamos a escuchar un ejemplo de todo esto que estamos comentando [*comienza la audición de la obra*]

[*Termina la audición*]

**F.G.:** Este tipo de masas se pueden regular por medio de las ecuaciones matemáticas, de las que hablábamos, que simplemente trabajan en un ámbito determinado.

**Público:** Una pregunta Paco, yo no tengo muy claro el proceso, está controlado lo que hablando tradicionalmente sería la línea melódica pero ¿la mezcla de los sonidos también funciona con el mismo criterio?, lo que podríamos llamar armonía en el sentido tradicional pero que es la mezcla de los distintos instrumentos que se produce ahí, ¿existen algunas pautas o ecuaciones que controlen lo que se produce al mezclar?, lo que a mi me preocupa es eso...

**F.G.:** Sí, puede existir cierta despreocupación cuando la masa es muy grande. En la armonía si uno trabaja con cuartos de tono como estamos trabajando aquí tiene en cuenta la relación que hay entre esos cuartos de tono para que no se produzcan unísonos o que instrumentalmente no se produzcan fluctuaciones por debajo que vayan a entorpecer el sonido o fluctuaciones por el medio. Está todo siempre con un control determinado cuando la masa es estática, pero cuando la masa es general, moviéndose individualmente no, lo único que importa es el margen en el que se mueva pero siempre de una forma general, es decir, quizás el caso más claro puede ser el de Xenakis cuando hacía que se moviera en un margen determinado y, simplemente, no tenía en cuenta los unísonos que se producían, entonces se produce eso que a veces vemos en su música que no sabemos si es aposta o no, porque no tiene en cuenta la relación entre ellos. En mi caso sí, siempre, incluso tanto es así que llevo utilizando durante un montón de años la misma serie de sonidos, sin embargo, ninguna obra se parece. Uno genera una serie de sonidos determinados aleatoriamente y cuando está poniendo la nota desecha las que no interesan.

**M.A.G.:** Justamente este filtrado es el que realiza el ordenador, de toda la combinación posible de sonidos el ordenador va filtrando a criterio del compositor, o bien, por las reglas que tú has comentado antes [*se refiere a Paco Guerrero*].

**F.G.:** Otro ejemplo más, de utilización de cibernética iba a ser la obra siguiente pero en vista de cómo suena aquí mejor no la pongo, es en la que estoy trabajando ahora y que aquí Miguel Ángel puede dar bastante más explicaciones porque concierne en cierto aspecto a la inteligencia artificial. En esta obra se refleja un problema de simetría, no de simetría simple como hemos hablado antes sino de simetría bastante más compleja. La forma más simple de explicarla sería diciendo [*dibuja en la pizarra*] la parte de abajo es especular simétrica a la de arriba y la de la derecha a la de la izquierda, entonces se produce siempre un movimiento estadístico de los

materiales de la música que está funcionando ya sea un material solo, o dos materiales solos, o tres materiales solos deducidos por reglas también rigurosas que afectan bastante a la sección áurea para distribuir cantidad de material, o bien, reglas de comportamientos parecidos, en vez de ser el 0,618 que es la sección áurea que en este caso da una distribución demasiado exagerada.

Todo el mundo sabe lo que es la sección áurea ¿o no? Bueno pues si no lo sabéis lo explico en un momento, es un sistema de proporciones, es decir, un segmento que se divide en dos partes en donde el menor es a este [*señala el mayor en la pizarra*] lo que éste es a la suma de los dos [*pinta en la pizarra*]. Siempre desde los griegos se decía que esto, la sección áurea, daba unas proporciones armoniosas, muy claras. Este tipo de proporciones es el coeficiente por el que hay que multiplicar los tiempos de cada parte de la obra. Esto se puede ir aplicando a lo largo de toda la obra lo que ocurre es que hay una desproporción muy grande entre segmentos chiquititos y otros que salen enormes, entonces lo que suele utilizar a veces es el 0,7 que da unas duraciones que no se disparan tanto, sino que están un poco más proporcionadas.

**Público:** Entonces es una sensación un poco caleidoscópica, o sea, el sonido a la sensación visual...

**F.G.:** En cierto modo sí.

**Publicó:** ¿Porqué no la escuchamos?, pónlo que escuchemos....

**F.G.:** Es que aquí suena a rayos... pero bueno vamos a escuchar la siguiente [*suena otra pieza*]

[*Termina la audición*]

**F.G.:** Como soy un músico minimalista, ya lo he dicho antes, mi inspiración vino de muy lejos, cuando digo muy lejos quiero decir que un alumno mío se trajo de una sede que hay en Madrid de la NASA una cinta que era la grabación de la radiación de fondo que hay en el universo que es de 2.7° kelvin, y entonces, al traducirlo a música sonaba como algo así de lo que acabamos de escuchar y en aquel momento surgió el encargo de que realizase esta obra y traté, no de imitar, sino más bien me dejé subyugar, diciéndolo muy elegantemente, por el timbre del universo y traté, más menos, de construir un sonido celestial o algo así.

Para terminar porque ya es muy tarde vamos a hablar del último trabajo que estamos haciendo que es sobre la cuestión de la inteligencia artificial y cómo se puede enseñar a una máquina. Inteligencia me parece un término demasiado exagerado los ingenieros siempre se enfadan mucho y dicen “sí, sí, esto es realmente inteligencia”, pero como no es cuestión de discutírselo vamos a decir que simplemente es enseñarle a la máquina a entender figuras, formas y transformarlas, la intención es que podamos transformarlas. La forma en la que ahora mismo estamos trabajando en ello es por medio de las soluciones que puede dar la topología. Yo he terminado una obra de coro para el Coro Radio Francia, y cuando se la expliqué a un alumno mío



de composición que es físico, resultó, para mi sorpresa que estaba trabajando con homeomorfismos y que lo que estaba haciendo eran variantes topológicas. ¿Qué quiere decir esto?, más o menos, en sentido musical, que una obra para coro en la que tengo una figura de una forma se transforma en otra totalmente distinta, siendo exactamente una lo mismo que la otra por eso se le llama invariantes, topológicamente las dos cosas son iguales. Este es el primer paso que se me ha ocurrido para utilizar la inteligencia artificial en música, lo mismo que se le enseña a entender un número por medio de una matriz, de forma que la regla de la topografía lo que intenta averiguar es cómo la máquina al darle un dato lo transforma en otro distinto, e igual al mismo tiempo, topográficamente hablando. No sabemos todavía cómo y esto tiene una importancia muy grande, no en el manejo de la forma global o del entendimiento de la forma global, pero sí puede servir para dar margen a movimientos particulares. Imaginaos que, si éstos son veinte violines, el movimiento global de éstos en un registro determinado puede ser bastante sorprendente. Creamos como reglas que pueden utilizarse para acompañar al desarrollo, si no melódico por lo menos de masa. Él [*se refiere a Miguel Ángel Guillén*] que entiende bastante más de estas cosas lo va a explicar ahora.

**M.A.G.:** A nivel de inteligencia artificial en realidad han existido dos corrientes, la primera que se utilizó es la recursividad, en donde, la inteligencia artificial en los ordenadores lo que pretende es hacer pensar a una máquina. ¿Cómo podemos hacer pensar a una máquina? Hay dos formas inicialmente, una es intentando tratar los símbolos como los trata el cerebro, es decir, nosotros podemos hacer una relación padre, madre, hijo y de alguna forma relacionarlo pero todo esto a nivel simbólico, simplemente poniendo padre y diciendo que eso es un Scrim. De la evolución de ésta primera parte surgieron los lenguajes List, Prologue y los Sistemas Expertos que es ahora lo que más se está utilizando en inteligencia artificial, todos ellos se basan en la recursividad que es justamente lo que hemos estado hablando en esta primera parte. Hay una segunda corriente que no creció tanto que se basaba en la simulación de la neurona. Así se formaron grupos de neurofisiólogos, físicos, matemáticos y empezaron a analizar cómo funciona una neurona y se basaban en realizar simulaciones de grupos de neuronas. Para ello os voy a explicar rápidamente cómo funciona una neurona y como lo modelizamos matemáticamente y después qué cosas se pueden obtener. En principio una neurona tiene unas entradas, que puede variar dentro del cerebro según se pegue el corte, de forma que puede tener seis, siete o un montón de entradas sobre una neurona. Estas entradas nosotros las multiplicamos por unos coeficientes de ponderación que son variables. Todo esto después pasa a un sumador que suma todas las entradas y luego esta suma la pasamos por una función limitadora.

Si tenemos estas entradas y estos coeficientes llamados, por ejemplo, [*escribe en la pizarra*]  $\Omega_1, \Omega_2$  y  $\Omega_n$ , está claro que si luego lo que hacemos aquí es sumar todas el resultado que vamos a tener, vamos a llamarle S1 va a ser igual al sumatorio de  $\Omega_i$  por  $E_i$  desde igual a cero hasta el número de entradas que tengamos. Lo que hacemos es que el valor que tengamos aquí lo multiplicamos por un coeficiente y luego los

sumamos todos. El problema es que si sumamos todo esto al final nos va a dar un número que no vamos a saber realmente qué es esto. Va a ser un número que, en principio, si suponemos que las entradas están comprendidas entre 0 y 1 estará comprendido más o menos entre 0 y 1. Para eso está la función ésta limitadora que lo que hace es que la podemos programar, de forma, que para valores mayores de 0.5, la salida que vamos a tener aquí que va a ser  $S_2$  por base igual 1 o si la salida es menor a 0,5, por ejemplo, la salida que vamos a tener en este punto va a ser igual a 0. Entonces esto es lo que sería una neurona básica ¿Realmente qué es lo que estamos haciendo con esta neurona básica? Si tenemos aquí un plano con todas las posibles entradas y los posibles valores, lo que estamos haciendo es generar unas rectas que nos están partiendo el espacio de todas las soluciones en dos zonas perfectamente diferenciadas. Cada una de las rectas va a variar en función del valor que demos a estos coeficientes. En estas zonas vamos a tener por un lado las soluciones válidas para nuestro problema y en otra las soluciones no válidas. Un ejemplo, sería la implementación de una función O o una función Y lógicas entonces el resultado que obtendríamos dependería del valor en que nosotros estuviéramos posicionados, de forma, que el resultado que íbamos a obtener en la salida 1 sería 1 y el resultado que íbamos a obtener en la salida 2 sería 0, de forma que aquí veríamos dos zonas del plano que estarían perfectamente diferenciadas.

Estos sistemas se caracterizan porque tienen tres fases perfectamente diferenciadas: una es la fase de inicialización, en la cual, nosotros ponemos estos coeficientes aleatoriamente; en la segunda lo que nosotros hacemos es meterle unas entradas y obligarle a que esas entradas sigan a unas salidas que nosotros le hemos predefinido. Quizá me he adelantado un poco, esto *[señala en la pizarra]* sería una neurona básica pero luego nosotros podemos juntar grupos de neuronas e ir poniéndolas en capas, de forma que podríamos tener varias neuronas con distintas entradas *[escribe en la pizarra]* y salidas y con una realimentación, es decir, la salida de cada una de ellas realimenta a todas las demás excepto consigo misma esto es lo que se llamaría Red de Hopfield.

Entonces lo primero que haríamos sería inicializar estos coeficientes, lo segundo meterle unos patrones por las entradas y obligar a que siguieran una salida que nosotros le hemos dicho, y si la salida que tenía era distinta a la que nosotros le hemos dicho reajustábamos los coeficientes hasta obligar al sistema a que obtuviera la salida que nosotros deseábamos. Una vez que hemos ajustado eso decimos que el sistema ha aprendido y entonces si nosotros distorsionamos los patrones de la entrada el sistema será capaz de generarnos otra vez los patrones que le habíamos introducido.

A nivel matemático si alguien se pregunta cómo funciona esto, durante la fase de aprendizaje lo que estamos haciendo es creando dentro de un espacio  $n$ -dimensional mínimos locales *[escribe en la pizarra]*. Si tuviéramos un plano y éste suponemos que es un mínimo y éste otro mínimo, todo esto sería como las curvas que aparecen en el mapa del tiempo de alguna forma. Si nosotros nos posicionamos

aquí, que es lo que le estamos diciendo cuando le metemos una entrada al sistema, el sistema va a tender a llegar a este mínimo que es el que tiene más cercano y nos va a decir que la solución a nuestro problema es éste. Pues bueno, ocurre que después de probar con distintos sistemas y después de hacer distintas pruebas el sistema, a veces, llega a mínimos que nosotros no le hemos programado y que curiosamente se corresponden con Patterns que tienen una lógica. En ese tipo de redes hemos descubierto que dándole, por ejemplo, figuras geométricas con determinadas simetrías el sistema es capaz de generar nuevas figuras que tienen las características de las que les hemos enseñado nosotros. Otras cosas que se pueden hacer es darle imágenes de personas y después distorsionárselas o borrarlas y pasárselas al sistema para que vuelva a reconocer cual es la persona que le habíamos introducido en la fase de aprendizaje.

¿Qué es lo que pretendemos nosotros? Enseñarle distintas formas musicales y ver qué patrones genera sobre esas formas musicales, en eso estamos, junto a otra herramienta más, que es una especie de editor o de simulador, de tal forma, que las curvas fractales que hemos comentado anteriormente o cualquier otro tipo de función matemática las podamos utilizar y las podamos interconectar.

Imaginaos que estuviéramos utilizando un Macintosh donde tuviéramos cajitas en el cual tuviéramos una curva Mandelbrot con unas determinadas características, y un movimiento Browniano con unas determinadas características y que pudiéramos coger estas cajas y pasar los resultados por un sumador y después hacer distintas operaciones con ellas para obtener un resultado. Estas son las fases en las que nos encontramos en este momento. Una que sería la parte de generación de nuevas formas a través de sistemas inteligentes, y la segunda sería como una especie de editor que te permite modelar a partir de funciones matemáticas y de distintos ejercicios de funciones matemáticas para hacer generaciones de música.

**F.G.:** Esto es totalmente distinto a lo que hablábamos al principio ya que todo esto es referente a la música, y la informática es un instrumentos, un medio, como lo son las cuerdas del piano.

**Público:** Pero habláis de música desde el punto de vista de los instrumentos... o por lo menos eso intentáis. La pregunta sería puesto que venimos de un curso que no se parece en absoluto a esto, en nada, fundamentalmente ¿qué tipo de ordenador es el idóneo para hacer todo este tipo de trabajos?

**M.A.G.:** Es un programa, no es un problema elegirlo. Creo que la gente se está inclinando bastante por Atari porque tiene Midi y se está inclinando bastante también por Macintosh. Bueno cada uno tiene sus virtudes y tiene sus defectos, yo desde luego entre inclinarme entre Atari y el Macintosh me inclinaría por el Macintosh, porque la tecnología que tiene Apple es mucho más importante que la tecnología que tiene Atari a nivel de marca y a nivel de grupos de investigación.

**F.G.:** Lo que ninguno tiene resuelto son las cosas digamos humanas y no tan divinas como neuronas, ninguno tiene resuelto una cosa que es importantísima, como es un editor. Los editores que hay lo único que hacen es escribir lo que tú le tecleas. En eso estamos trabajando nosotros en un editor en el que le metes la música y él distingue todo.

**Publicó:** Pero eso a nivel de programas, es un programa que permita eso, o ¿va más allá?

**M.A.G.:** Yo después de pegarme catorce años peleando con los ordenadores creo que hay dos personas distintas, uno los que se dedican a programar y que tienen que estudiar para programar, y otros que son los que no programan y son meramente usuarios. Los que son meramente usuarios, yo personalmente, pienso que no tienen porque saber cómo funcionan las tripas del programa, simplemente saben que tienen una herramienta más, como es un tratamiento de textos.

**Público:** Eso que está hablando Paco, lo que estáis haciendo es un programa, ¿es un programa de edición?

**M.A.G.:** Sí claro, en el caso este para trabajar con series numéricas o con distintos generadores...

**F.G.:** No, él habla sobre cuestiones prácticas. Esto nos concierne a nosotros. Nuestro trabajo consiste en poder meterle al ordenador cualquier tipo de rítmica complejísima y que el ordenador la entienda.

**Público:** Una pregunta lo que estáis haciendo es diseñando ese programa...

**M.A.G.:** Sí claro, pero estamos trabajando en un programa global que no solamente tenga editor, sino que tenga Midi y que tenga todo lo que hemos estado hablando aquí a nivel de composición o a nivel de generación formal.

**Público:** Y esto lo trabajáis con Macintosh.

**M.A.G.:** Sí, en principio sería sólo Macintosh, pero esto lo estamos desarrollando primero a nivel teórico y después pasaremos a la práctica. Que conste que hay partes que están desarrolladas sobre PC y luego todo se traslada.

**Público:** En la fase actual en la que están ustedes trabajando ya hay resultados prácticos, supongo, por lo que hemos estado oyendo.

**M.A.G.:** Hay resultados prácticos parciales.

**Publicó:** Entonces, yo lo que quisiera saber es, una vez que el ordenador te da el resultado, ¿con esos resultados usted que hace?, es decir, ¿esos resultados como le llegan?, le llegan en forma numérica, en forma de partitura...

**M.A.G.:** En este momento los datos no llegan en forma de partitura, llegan en forma numérica y luego a partir de ahí hace un análisis, mejor cuéntalo tú [*se refiere a Francisco Guerrero*]

**F.G.:** Llega en forma numérica. La obra que hemos oído antes era la resolución de unos teoremas de geometría que te explican unas cosas muy particulares con unas características complejas que formalmente tienen mucho interés. Es un grupo de axiomas geométricos que una vez desarrollados te dan unas partes con características particulares, siempre en cada grupo hay un componente de una parte que está presente en la otra, es decir, siempre hay algo que es común, es como una línea sinuosa en la que siempre hay material constante. Él determina cuanto dura cada una de las partes, yo le doy las divisiones atendiendo a las reglas que yo considere y él va dando un conjunto de resultados.

**M.A.G.:** Lo que ocurre es que aquí se deberían de hacer combinaciones de siete elementos, o de diez elementos en función de lo que Paco piense que debe de ser su obra, tomados de tres en tres y además con la característica de que tiene que haber siempre un número común, a partir de ahí nos va a generar una ristra de ese tipo de combinaciones, y luego es Paco quien analiza lo que queda bien, o inclusive además de meter la característica de que exista uno común, se determina el lugar en que tiene que aparecer y entonces se regenera.

**Público:** Tú le das el número y después te lo convierte....

**M.A.G.:** Luego eso se hace con este programa.

**Público:** ¿Repercute de alguna forma que la obra esté concebida para instrumentos acústicos?, ¿se desecha el sonido sintetizado? ¿De qué manera repercute a la hora de plantearse la obra en este caso?

**F.G.:** No, no repercute de ninguna manera se concibe para cuestiones electrónicas. El problema que tiene la música electrónica es que es muy torpe, yo no creo que nunca escriba música electrónica hasta que no pueda dominarla completamente como dominó los instrumentos por medios eléctricos. Desde mi punto de vista, la única forma de no escribir música torpe es hacerla como cuando se inventó la música electrónica en los años 50, en Alemania con Stockhausen y este tipo de gente, que se dedicaba a cortar la cinta a trocitos para que un sonido durara una millonésima de segundo, con lo cual, era una cosa bastante engorrosa pero hasta ahora ha sido la única manera en la que se ha conseguido hacer buena música electrónica. Hoy en día la música electrónica es muy mala porque se trata de una forma simple. Cualquiera que haya podido trabajar con un ordenador, o un sintetizador, verá que no se hace un pensamiento musical coherente, de esta forma, la idea es que se pueda dominar la música electrónica igual que se puede dominar la música instrumental, que te dé con toda precisión lo que tú quieras.

Otro plan que queremos llevar a cabo es una cosa parecida al UPIC de Xenakis que es una pantalla en la que se pueden escribir las distintas notas y el ordenador las toca, con el tipo de onda que tu quieras, determinando el tiempo de duración, etc.

**Público:** Es decir la máquina describe el dibujo, que tú haces, en sonido.

**F.G.:** Sí, esto es muy divertido y a los niños les gusta dibujar pero como producto enteramente musical no nos sirve salvo que se le pueda aplicar todas estas cosas de las que hemos estado hablando antes, que se pueda incidir en ella numéricamente, lo mismo que hemos estado hablando de utilizar, por ejemplo, la inteligencia artificial por medio de topología.

**Público:** Una pregunta Paco, ¿esto que estáis trabajando se está trabajando en algún otro sitio, corresponde a algún tipo de técnicas o es una investigación totalmente nueva esta línea?

**F.G.:** Es totalmente novedosa.

**M.A.G.:** La línea que seguimos ahora mismo es totalmente novedosa, existen en España cuatro grupos que están trabajando sobre estos temas.

**F.G.:** Es decir, todo lo que se trabaja fuera son cuestiones parciales, algunos trabajan con editores, otros con otras partes, pero no hay nada que globalice todo esto, está todo diseminado. En este sentido, hay que reconocer, que la inteligencia artificial que introdujo Miguel Ángel y lo que estamos haciendo en cuestiones de música son totalmente novedosas en todo el mundo. [...]

**Público:** Según ha dicho usted en una obra suya aparecía un homeomorfismo, entonces mi duda es ¿para generar un homeomorfismo es necesario hablar de continuidad entre espacio topológicos?, ¿cuales son los espacio topológicos que utiliza y cual es la función continua de la que se habla?

**F.G.:** Vamos a entender como espacio topológico el movimiento entre los instrumentos que es la mínima forma de trasladar lo que pueden ser los problemas topológicos a los instrumentos. Voy a pintar un poquito lo que sé de la pantalla del UPIC. Existen unas coordenadas que pueden ser Soprano, Contralto, Tenores y Bajos, la generación de una figura que uno determina y las reglas, que son para que esto se desarrolle. Tal como yo lo estoy trabajando diríamos que son por segmentos, por decirlo de alguna manera, toda esta distribución son invariantes. El peso específico de cada uno, del funcionamiento en estos segmentos es igual, lo que pasa es que la forma varía. No sé si está contestada la pregunta.

**Público:** Sí, pero me doy cuenta de que se trata de homeomorfismos en el tratamiento de un plano y entendiendo por eso que ahí en lo que se entra es en la Interválica.

**F.G.:** Sí, la interválica y la cantidad de personas que están interviniendo, y evidentemente la velocidad por que cada segmento no tiene porque ser igual.  
Bueno pues nada más....

**Público:** y nada menos....

**M.A.G.:** Pues no sé si os habremos aburrido...

**F.G.:** Habéis aguantado muy bien las dos horas.....muchas gracias.