

Informática, Matemáticas y Música: La pluma digital.

Hoy día estamos siendo testigos de una revolución tecnológica en las distintas facetas de nuestra vida. Insignificantes aparatos electrónicos nos facilitan tareas que, hasta hace unas décadas, podrían imaginarse imposibles. El campo que nos atañe (la música) no ha permanecido aislado a esta revolución. Ejemplos de estas innovaciones son, por poner un ejemplo, afinadores digitales, sintetizadores, compact y mini discs, sistemas de sonido de alta calidad, etc... siendo el astro rey por antonomasia el ordenador personal, como sistema de cómputo de elevadísima velocidad 'programable'. Además, gracias a la red Internet, como medio de difusión y como fuente de recursos, el ordenador personal experimenta día a día un avance incomparable en el terreno de la música. La ventaja principal que lo diferencia de los demás elementos es la posibilidad de ser 'programado' a gusto del usuario, esto es, realizar todo lo que la mente sea capaz de imaginar (desde un punto de vista programático, valga la redundancia). Dentro de la composición musical, por poner posibles ejemplos, observamos la creación de nuevos timbres, efectos sonoros, composición asistida, etc... Justamente es este último punto el centra en este artículo.

Desde que Schöenberg hiciera su propuesta compositiva, diferentes técnicas basadas en métodos alternativos a la música se han aplicado a la creación de la misma. Una gran parte de éstos se han basado en la transformación de la simbología musical (tanto ritmo como tímbrica o melodía), en simbología matemática, esto es, números. La forma de componer se reduce, por llamarlo así, a manipular esos números de una manera más o menos consciente. Matemáticas, estadística y probabilidad hacen su incursión en la música con una actitud racionalizante.

Hasta aquí he descrito un conjunto de técnicas (a las cuales prudentemente no he nombrado), las cuales no tienen una especial interdependencia con la revolución tecnológica antes mencionada. O sí? Veámoslo:

Dentro del campo de la informática, la concepción de un computador es la de una mera caja negra, a la cual, suministrada una información de entrada, realiza una transformación de la misma, y proporciona otra información de salida. Las leyes de esa transformación son lo que hoy día llamamos simplemente 'programa informático'. Pues bien... Anteriormente dijimos que determinadas técnicas compositivas utilizan traslaciones de simbologías musicales a numéricas, con lo que, si diseñamos, de alguna manera, unas leyes de transformación que entienda esos símbolos numéricos y/o matemáticos, y nos produzca una información musical (audible o representable), estaremos diseñando un sistema que nos permita, en una primera instancia, crear ideas musicales, a partir de unos conceptos matemáticos, de forma 'automatizada' (matizaré más adelante este concepto).

Así, enlazamos, de una manera lógica y natural, el desarrollo de la música y la revolución tecnológica, en concreto con la del computador. Este vínculo se produce también debido al extraordinario esfuerzo por parte de una persona a la hora de realizar esa labor de transformación, esfuerzo que se ve reducido a unas milésimas de segundo por un ordenador.

Por otro lado, detractores de la música automática y basada en matemáticas, afirman que el compositor no realiza ninguna labor creativa, tan sólo introducir una serie de

parámetros en el computador, y esperar a obtener un resultado. Como todo, hay que decir que existen diferentes tendencias, y es aquí donde haré mi matización sobre la música automática.

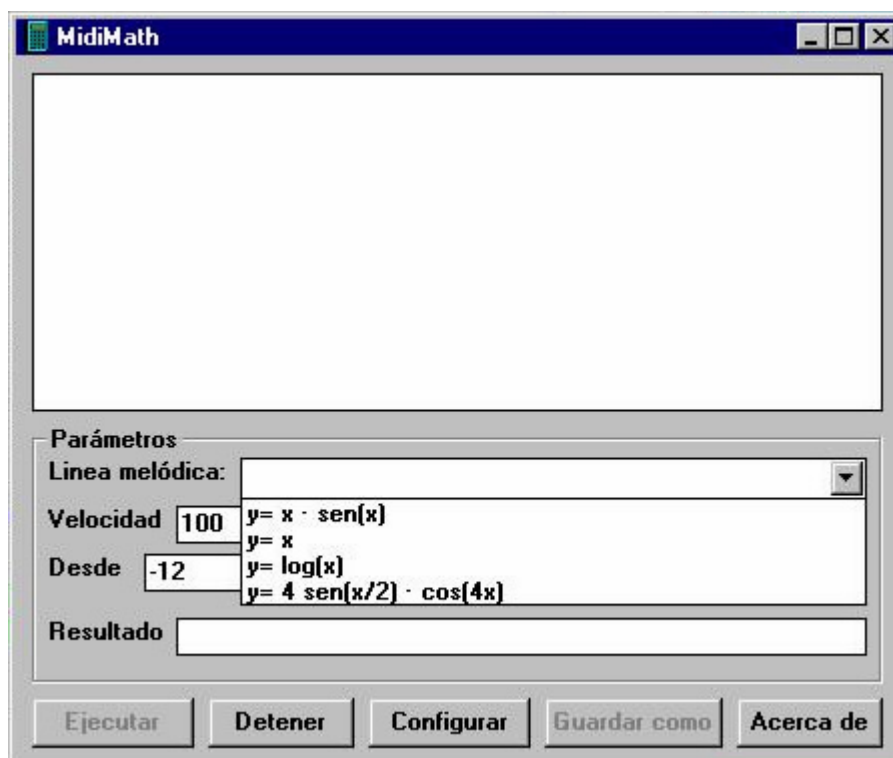
Como expliqué antes, la creación proviene de un proceso de transformación. Esta transformación está diseñada conforme a un sistema de reglas numéricas. Estas reglas se apoyan en diferentes campos de las matemáticas, siendo uno de los importantes el campo de la Estadística y la aleatoriedad (con sus correspondientes teorías del caos y fractales). ¿Qué significa esto último? Muy sencillo: El autor que diseña las reglas de transformación elige en cada momento qué parte del control desea tener, y qué parte del proceso se deja a la máquina, con criterios estadísticos y aleatorios. De este modo, podemos tener música automática 'pura' (aquella en la que influye poco o nada el compositor) por llamarla de alguna manera, música automática 'mixta' (aquella en la que el compositor participa activamente en el proceso de creación, esto es, la mayoría de las posibles opciones en cuanto a timbre, ritmo y estructura tonal o atonal están previamente conceptuadas), y un tercer conjunto, que es el considerar la computación como una herramienta de 'inspiración', o de estructuración motivica, en la cual el producto de salida del computador no es sino un mero boceto de una composición más extensa, ya sea desde el punto de vista tonal o estructural.

Para la ejemplificación de este artículo, he creado una pequeña aplicación, para plataforma PC con S.O. Windows 95/98/Me/2000/XP, y algún dispositivo de reproducción MIDI (cualquier tarjeta de sonido de gama baja lleva incorporado ya uno). Dicha aplicación es descargable gratuitamente en <http://midimath.tucajon.com>. La aplicación se podría englobar dentro del tercer conjunto nombrado anteriormente, esto es, una herramienta de 'inspiración' o de base para el compositor, tomando como origen una representación matemática de funciones de diferente tipo, y un cierto margen de variabilidad, basado en criterios de aleatoriedad controlada. Está especialmente diseñada para no ser compleja, de modo que, a priori, no es necesario conocer nada concerniente a programación de computadores. El nombre de la aplicación es MidiMath; veámosla paso a paso:

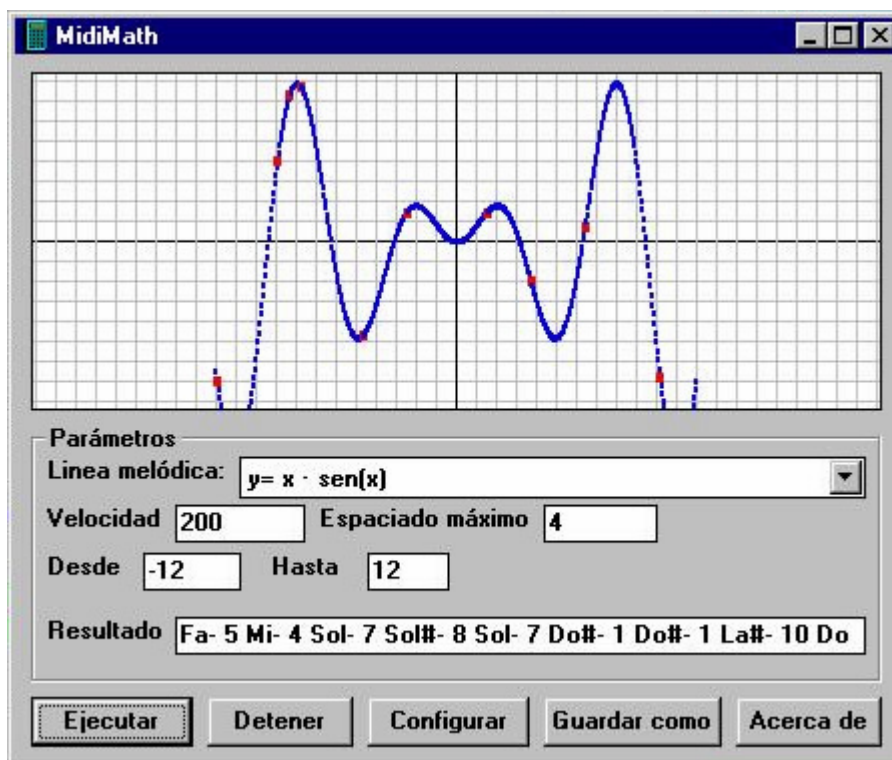
Una vez descargada la aplicación se deberá descomprimir. Para ello se necesita un descompresor Winzip o similar (descargable en <http://www.winzip.com>). El proceso es sencillo: Se crea una nueva carpeta y se descomprime el contenido sobre ella. Para ejecutar la aplicación simplemente hacemos doble click sobre el icono **midimath** dentro de la carpeta, con imagen de calculadora. Aparecerán dos pantallas de información de los componentes utilizados en la aplicación, pantallas que obviaremos haciendo sendos clicks sobre ellas. Una vez aparecida la aplicación, lo primero que deberemos hacer es configurarla, haciendo click sobre **Configurar**. Dentro elegiremos el dispositivo de salida apropiado (en la mayoría de los casos **Sintetizador Software de tabla**). El contenido de esta caja puede variar con respecto a la imagen presentada.



Una vez cofigurado, pasamos a elegir la **línea melódica**, tomando una de las tres propuestas. La razón por la que no se incluyen más posibilidades en esta opción es por que el programa esta concebido para ser una pequeña demostración, sin ánimo de llegar a más:



En una primera selección, elegiremos la ecuación matemática $y = x \cdot \text{sen}(x)$. Una vez seleccionada, no tenemos más que pulsar en el botón **Ejecutar** para obtener la representación matemática de la ecuación, así como el producto sonoro y escrito del programa:

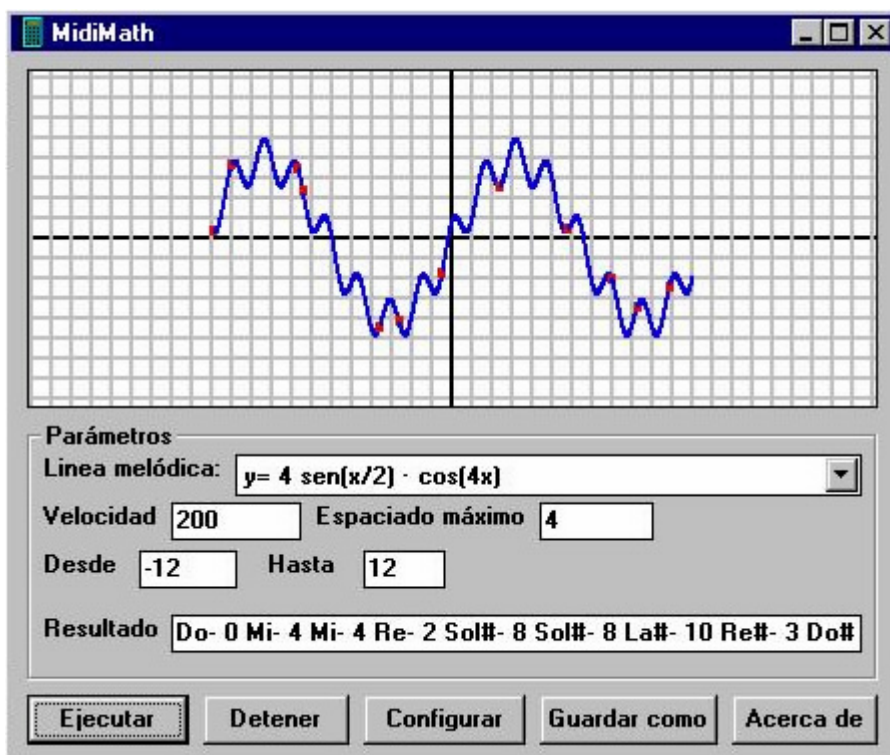


Se puede observar la función de color azul, y cada nota seleccionada e interpretada, de color rojo. Una vez hecha la aproximación, explicaré la filosofía del programa: Introducida una función matemática cualquiera (en este caso disponemos de tres posibles), realiza una representación gráfica, de la cual selecciona, conforme a un criterio, una serie de puntos. Cada punto en altura (líneas grises) equivale a un semitono. Cuando se selecciona uno, se encaja en el semitono más cercano (línea gris) y se transforma en nota musical, la cual es interpretada y almacenada. El criterio para determinar qué nota es la que se interpreta depende del número introducido en la casilla **Espaciado máximo**, en este caso con el valor 4. Este valor informa al programa que como máximo cada 4 casillas o unidades de tiempo ha de seleccionar una nota. En este punto introduzco un criterio de aleatoriedad, el cual da riqueza al producto creado. Esto quiere decir que se establece el máximo, pero queda a merced del computador el punto exacto en ese intervalo.

Así mismo, podemos establecer el inicio y el fin de la representación gráfica (y producto musical) mediante las casillas **Desde** y **Hasta**. El último parámetro que queda por definir es el de la **Velocidad** de ejecución, en este caso establecido a 200.

Como resultado, se observa la representación de la gráfica, y una caja de texto con las notas resultado de la operación, con su correspondiente número de semitono (es decir, el número que las genera).

Veamos otro ejemplo y su representación, el de $y = 4 \cdot \text{sen}(x/2) \cdot \text{cos}(4x)$



Observamos, tal y como antes, la gráfica de representación de la ecuación, las notas seleccionadas en rojo, y las notas escritas en la casilla **Resultado**. Es curioso cómo se puede observar un contraste entre agudos y graves, o más generalmente, cómo se pueden obtener determinados efectos a partir de la selección de ecuaciones (diálogos, polarizaciones, etc...)

Por último agregar que la aplicación se ha diseñado con soporte de archivo MIDI, esto es, el resultado se puede almacenar en un archivo estándar, editable por cualquier otro programa de secuenciación o edición de partituras, ya sea Cakewalk, Sibelius, Finale, Cubase, etc... Simplemente marcando en la opción **Guardar como** obtendremos el resultado.

El uso del producto final es ahora, bajo mi punto de vista, materia prima para sucesivas transformaciones, de las manos del compositor, hasta transformar estas 'ideas' en entidades de mayores dimensiones. El computador ha de considerarse como una herramienta, que en determinados casos y bajo determinadas perspectivas asume roles anteriormente asignados al hombre. Pero no podemos olvidar la base de todo este sistema: El computador es programado por el hombre.

Por último, me parece imprescindible apuntar una reseña histórica sobre el compositor considerado padre de la música automática y matemática: **Iannis Xenakis**

Arquitecto, matemático y compositor que originó la música compuesta con la ayuda de los ordenadores y basada en sistemas matemáticos de probabilidad.

Vivió con su familia en Grecia desde 1932 y luchó en el movimiento de Resistencia de Grecia durante la 2ª Guerra Mundial. Tras graduarse en el Instituto de Tecnología de Atenas, Xenakis trabajó con el arquitecto Le Corbusier durante 12 años (1948-59);

durante este período diseñó el Pabellón Philips en la Exposición Internacional de Bruselas de 1958.

Exiliado de Grecia, tras haber sido encarcelado varias veces por actividades políticas, se trasladó a París y se nacionalizó francés. A sus 30 años volvió seriamente a la composición musical. Tras sus estudios con los compositores franceses más notables, Honegger, Milhaud y Messiaen, comenzó sus experimentos con la estocástica en 1954. Fundó la Escuela de Música Matemática y Automatizada en París en 1966 y enseñó allí y en la Universidad de Indiana, donde fundó un centro similar.

A diferencia de la mayor parte de los compositores europeos más avanzados de comienzos de la década de 1950, Xenakis no estuvo influido por el serialismo porque, tal como comentó en el artículo «La crise de la musique sérielle» (1954), en este tipo de música la «polifonía lineal se destruye a sí misma por su gran complejidad», produciendo «únicamente una masa de notas en distintos registros». La concepción de Xenakis acerca de las configuraciones texturales complejas rechazaba, por un lado, la irracionalidad sin límite y la indeterminación, y por otro lado, trataba de incorporar la determinación y la indeterminación dentro de un esqueleto teórico más generalizado. Al buscar un tipo de casualidad apropiada a los efectos sonoros en masa, comenzó a aplicar a la música teorías de probabilidad matemática, especialmente la «ley de los números largos» formulada por Jacques Bernouilli.

Si la complejidad de las obras de Xenakis hace a los detalles técnicos específicos de sus métodos composicionales accesibles solamente a aquellas personas con unos conocimientos matemáticos extensos, el impacto de su música es, para muchos, instantáneo. De hecho, Xenakis señaló que los teoremas matemáticos que utiliza son leyes universales y, por lo tanto, cuando se trasladan a términos musicales son totalmente comprensibles para cualquiera que los escuche con un cierto interés.

Álvaro L. Maroto Conde

Profesor de Acompañamiento y Repentización del
Dpto. de F. de Composición del CPM Manuel Carra
Ingeniero Técnico en Informática de Sistemas
alvaro@tucajon.com