

94-3-1

R.5113



Música oral del Sur

Revista Internacional

Nº 4.

Año 1999

Actas del Coloquio Internacional «Antropología y Música. Diálogos 2»
Hombres, música y máquinas

JUNTA DE ANDALUCÍA
Consejería de Cultura

Centro de Documentación Musical de Andalucía

DIPUTACIÓN PROVINCIAL DE GRANADA
CENTRO DE INVESTIGACIONES ETNOLÓGICAS
Ángel Ganivet

Director

REYNALDO FERNÁNDEZ MANZANO

Presidente del Consejo de Redacción

JOSÉ ANTONIO GONZÁLEZ ALCANTUD

Consejo de Redacción

REYNALDO FERNÁNDEZ MANZANO

ÁNGEL MEDINA ÁLVAREZ

LUIS ÁLVAREZ MUNÁRRIZ

MANUEL LORENTE RIVAS

JOSÉ ANTONIO GONZÁLEZ ALCANTUD

Secretario del Consejo de Redacción

MANUEL LORENTE RIVAS

Consejo Asesor

CARMELO LISÓN TOLOSANA, MERCEDES VILANOVA,
JEAN CUISENIER, SALVADOR RODRÍGUEZ BECERRA, JOAQUINA LABAJO,
MANUELA CORTÉS, BEATRIZ DE MIGUEL ALBARRACÍN, CALIXTO SÁNCHEZ.

Secretaría Técnica

ÁLVARO MATEO GARCÍA

Diseño

JUAN VIDA

Fotocomposición e impresión

LA GRÁFICA, S.C.A.N.D. GRANADA

Depósito Legal: GR-830/98

I.S.S.N.: 1138-8579

Edita

© JUNTA DE ANDALUCÍA. Consejería de Cultura.

Música e inteligencia artificial. Perspectiva antropológica.

Luis Álvarez Munárriz

«Podemos tomar el arte como pantalla, lienzo o partitura sobre la que, ejercitándonos en la proyección sobre ella de la metodología y técnicas de la Antropología social, vayamos aprendiendo a ver y escuchar lo que el arte, así tratado, nos dice o enseña sobre los referentes básicos de nuestra disciplina: la naturaleza del hombre, la cultura o la sociedad».

R. SANMARTÍN

En el trabajo de campo sobre una pequeña comunidad he podido constatar que las «fiestas patronales» constituyen un momento relevante de su calendario festivo. En ese tiempo fiesta uno de los actos más señalados son los bailes en la plaza pública. Eran y siguen siendo, junto con las «vaquillas» y los «piperos», uno de los mayores atractivos para todos los miembros del grupo, y de una manera especial para los jóvenes. Para éstos los bailes son diferentes por dos razones. De una parte, el horario porque amplía significativamente las posibilidades de relación de los jóvenes, y de otra parte, la presencia de conjuntos musicales que rompen con la rutina de los bailes del domingo y con el agobio de las discotecas.

Una mirada más reflexiva sobre esta experiencia festiva me ha permitido subrayar dos hechos interesantes. De una parte la sucesiva introducción de instrumentos electrónicos que han ido paulatinamente sustituyendo a los instrumentos tradicionales hasta relegarlos a un segundo plano. Y de otra parte, la reducción del número de componentes de los conjuntos musicales. El último grupo que he visto actuar en las fiestas patronales estaba compuesto por solo tres miembros: uno cantaba y conectaba con los que bailaban en la plaza, y los otros dos usaban cada uno de ellos de un sintetizador para tocar músicaailable que animaba el ambiente festivo. Es entonces cuando pensé: ¿Puede llegar un momento en el que la tecnología musical sustituya totalmente al hombre tanto en la composición como en la interpretación de la música? Para poder responder a este interrogante comenzaré con una visión de qué es la música. Su aclaración me servirá de base para comprender el impacto que las tecnologías de la información están teniendo en todas las dimensiones del fenómeno musical.

Marcos teóricos de la música

En una primera aproximación podemos describir la música como el arte de combinar y organizar los sonidos en el tiempo con el fin de suscitar ricas y variadas sensaciones en los oyentes. Se trata de un fenómeno cultural complejo tanto por la riqueza de sus formas y expresiones (estructural) así como por la diversidad de sus usos y aplicaciones (funcional).

Podemos condensar en dos los movimientos que en Occidente han tratado de desvelar su compleja estructura: «clásicos apolíneos» y «románticos dionisiacos» (Meyer: 1989, 163; Honolka: 1998, 454). El enfoque «clásico» engarza con las ideas de los griegos para quienes existía una unidad indisoluble entre lenguaje y música, no niega el carácter inefable de este arte pero considera viable y además fructífero un acercamiento científico a la naturaleza de la música. El enfoque «romántico» considera la música como un hecho sublime, inefable, divino y por tanto incomprensible; veamos más detenidamente estas orientaciones.

El enfoque «clásico» reconoce la complejidad del fenómeno musical, pero considera que se puede avanzar en su comprensión sirviéndose de diferentes perspectivas. Perspectivas que en el presente se sustentan y reciben coherencia lógica si nos servimos de los conocimientos que en la actualidad proporciona la «semiología». Esta fue definida por Saussure como la ciencia que estudia la vida de los signos en el seno de la vida social y que Jakobson completa describiéndola como la investigación de los rasgos y leyes comunes de todos los sistemas de signos, su interrelación y las características específicas de cada uno. Pues bien, una de sus ramas más desarrollada es la lingüística y por ello se considera un enfoque válido servirse de sus aportaciones para desvelar el fenómeno complejo de la música. El lazo que une a ambos tipos de lenguaje es la pertenencia a un mismo marco teórico. Y es que respetando el carácter específico y las diferencias que existen entre estos dos sistemas de signos podemos encontrar muchas similitudes que pueden ser fructíferas para comprender la naturaleza de la música: son ambas aptitudes universales, la una y el otro engendran, a partir de sistemas unitarios, un infinito número de textos (frases y melodías) que pueden ser transcritos por los procedimientos de notación y escritura, y en ambos casos, la percepción es sonora y la emisión puede ser vocal (Coplan: 1997, 3; Vigoroux: 1996, 27; Feld: 1974, 197; Copland: 1994, 118; Lang: 1998, 58). Estas son algunas de las analogías por lo que se reconoce que el enfoque «semiológico» proporciona un modelo fértil para comprender la estructura y el significado de la música. Pues bien, de acuerdo con la propuesta de Peirce de distinguir en el lenguaje hablado tres dimensiones –sintaxis, semántica y pragmática– las tomaremos como hilo conductor para exponer de manera sintética tres grandes modelos que se han elaborado sobre la naturaleza del arte musical. De todas maneras conviene subrayar que se trata de modelos en los que se priman tres dimensiones que son complementarias y por tanto necesarias para comprender el fenómeno musical, y que solo aparecen separadas en un tratamiento analítico. Se trata de una concepción holística que ha calado profundamente en la lingüística actual y que mantiene su validez en el ámbito de la música que siempre hay que ver como un fenómeno unitario. Actitud holística que debe ser mantenida tanto si se analiza el estilo musical de un compositor, la trama melódica y el valor expresivo de una obra, así como si se pretende entender el goce individual que una pieza suscita en los oyentes. Ahora bien, la historia de la música nos muestra que las investigaciones antropológicas que se han situado en el marco semiológico han dado primacía a alguna de estas tres dimensiones porque primaban alguno de los tres elementos que conforman la Antropología social: Etnografía, Etnología o Antropología. Veamos cada uno de estos tres enfoques.

a) La orientación sintáctica

En ella se prima el punto de vista formal del lenguaje como medio de acceso privilegiado a la intelección de la música. Esta, lo mismo que el lenguaje, se puede entender como una serie, finita o infinita, de frases que se construye a partir de un conjunto finito de elementos. Para que esta analogía sea fértil es necesario aceptar que el equivalente de la frase es la obra musical y ampliar la idea de concatenación para incluir la armonía y el contrapunto (Eco: 1970, 168; Ruwet: 1971, 131; Dufrenne: 1979, 34; Schaeffer: 1988, 28 y 176; LaRue: 1998, 31). Se sabe la unilateralidad que conlleva un enfoque puramente formal de la música. Pero también se reconoce que si se tiene en cuenta este límite se pueden establecer fructíferas «comparaciones» de cara a una mejor comprensión de la naturaleza del fenómeno musical. Este enfoque fue elegido por Levi-Strauss para definir la música como un sistema de sonidos capaz de inducir sentidos en el espíritu del oyente. El punto de apoyo para entender esta afirmación es su teoría del arte cuyas categorías centrales toma de la lingüística estructural. Siguiendo ideas de Saussure considera que el concepto básico para comprender el arte y dentro de él la música será la de signo que consta de significante y significado. Tanto el lenguaje como la música constituyen estructuras basadas en signos en las que se complementan el sonido y el sentido. Ahora bien, a pesar de que el arte constituye un lenguaje se diferencia del lenguaje articulado. Este está compuesto por un conjunto de signos arbitrarios sin relación sensible con los objetos que se propone significar; el arte es, por el contrario, un lenguaje que mantiene una relación sensible entre el signo y el objeto. Ello hace posible que el artista se sirva de un «modelo reducido» en el que los materiales se convierten en signos para de esta manera establecer una relación significativa con los objetos. Al elevar los objetos al rango de signos el artista pretende poner de manifiesto una estructura que está disimulada en el objeto pero que éste pone de manifiesto. La estructura, en el contexto del arte, se puede ver como un objeto compacto cuyo materiales son de naturaleza lingüística. Distingue cuatro tipos de estructuras o sistemas (Lévi-Strauss: 1971, 582). De una parte los entes matemáticos que consisten en estructuras puras y libres de toda encarnación. Las lenguas naturales que se hallan encarnadas y además nacen de la intersección del sonido y del sentido. Los mitos que se desprenden del sonido y se adhieren al sentido. Y la música que en cierta manera se desprende del sentido para adherirse al sonido. A pesar de tratarse de un enfoque formal cuya fertilidad estriba en la posibilidad de establecer todo tipo de comparaciones, subraya que este estructural de la música no se puede desligar de la emoción y el placer tanto fisiológico como intelectual que produce en el oyente. En efecto, la música presenta para el oyente un sentido en la medida que le puede producir emociones profundas. El sistema de sonidos se adapta a la serie ilimitada de cargas semánticas que el oyente quiera dotarle. De esta manera puede trascender el tiempo y alcanzar una suerte de inmortalidad cuando saborea el placer estético que le produce la música.

b) La orientación semántica

En ella se prima la expresividad, el significado y la emoción del fenómeno musical. De cualquier obra de arte y en especial de la música se destaca que aparece como algo animado

que representa la vida del compositor y además le dice algo al oyente. Es un lenguaje que manifiesta y comunica algo. El signo se convierte en significado en la medida que despierta emociones y genera un diálogo productivo con toda persona que es capaz de captar su sentido.

Este es el marco teórico en el que se sitúa Langer para explicar el valor artístico de la música. La define como una ilusión o realidad virtual producida por las *formas sonoras en movimiento*: la música fluye. En efecto, una melodía que se mueve en una sucesión de tonos se escucha como una progresión, las diferencias entre tonos sucesivos son pasos, saltos o resbalones. Las armonías surgen, se desplazan y se mueven hacia soluciones. En la música no oímos movimientos vibratorios sino vastos movimientos lineales, armonías ascendentes, ritmos que nada tienen que ver con oscilaciones físicas. Escuchamos un movimiento progresivo que marcha, fluye o impele. Sin embargo, la característica fundamental de esta realidad virtual es su poder de expresión. Siempre hay algún significado detrás de las notas. Está dotada de un simbolismo que no es conceptual ni sintomático sino semántico y sentimental. «Si la música tiene un significado, este ha de ser semántico y no sintomático... si la música «tiene» un contenido emotivo o sentimental, lo «tendrá» en el mismo sentido que el lenguaje tiene un contenido conceptual—*simbólicamente*» (Langer: 1948, 176) Concuierda con la orientación romántica en que la música es una expresión del sentimiento puesto que todo arte es la creación de formas perceptibles expresivas de sentimiento humano. Desde esta perspectiva se puede afirmar que es algo inefable, indecible e incommunicable en la medida que no es expresable por el proceso discursivo corriente (Langer: 1966, 95). Sin embargo, aunque sea un modo simbólico de expresión de los sentimientos, constituye una expresión significativa que funciona según unas determinadas reglas. Es posible ver esta forma como entidad autónoma, intuir qué es lo que crea, cuáles son sus principios, su alcance y los materiales de los que se sirve. Para alcanzar este objetivo debemos servirnos de un modelo que concibe como una forma simbólica (Langer: 1966, 125). Partiendo de la definición de hombre como «animal simbólico» propuesta por Cassirer, distingue dos formas simbólicas fundamentales en el ser humano. De una parte la forma simbólica del lenguaje que, aún siendo expresión de la vida racional de las personas, en manera alguna puede servir de modelo para comprender los fenómenos musicales. De otro lado las formas simbólicas expresivas o símbolos artísticos que son dadas directamente a la intuición, tienen su origen en la dimensión irracional o mundo de los sentimientos de la persona y además son los vehículos de los aspectos emocionales de la experiencia humana. No significan nada como ocurre con las formas simbólicas lógicas sino que tiene en sí misma su propia significación en la medida que constituyen una *gestalt*, una forma dinámica con vida propia. «La forma viva es, en primer lugar, una forma dinámica cuya permanencia constituye en realidad una pauta de cambios. En segundo lugar, está construida orgánicamente; sus elementos no son partes independientes sino relaciones entre sí, centros interdependientes de actividad, es decir, órganos. En tercer lugar, el sistema entero se mantiene unido mediante procesos rítmicos; y esto constituye la característica unidad de la vida... Y, por último, la ley de la forma viva es la dialéctica del crecimiento y la decadencia con sus fases biográficas características» (Langer: 1966, 59). Son la expresión de la concien-

cia humana a través de las cuales objetiva lo más íntimo y nuclear de la naturaleza humana y subjetiviza la experiencia exterior de la naturaleza. Pero en esta elaboración hay que tener en cuenta no solo los principios de construcción sino también los del arte. Los principios de construcción son históricos en la medida que dependen de diferentes factores y no son indispensables para producir una obra artística. Los principios del arte son esenciales en la medida que son ellos los que hacen posible el surgimiento de la forma viva.

c) *La orientación pragmática*

Trata de hacer comprensible el fenómeno musical dentro del contexto sociocultural. Aunque la música se pueda analizar como el resultado de diferentes configuraciones del sonido, sin embargo el principio fundamental que guía su comprensión es el siguiente: la música es un fenómeno social y debe ser estudiada dentro del contexto en que se crea, interpreta y asimila. El contexto constituye la «unidad de análisis» del que debe partir y en el que se debe centrar el trabajo de campo del antropólogo. Es el marco en el que adquieren sentido las acciones humanas, el medio donde se producen los procesos y transacciones que crean *significado*, el lugar donde se configuran las maneras de ser y pensar, y, por consiguiente, el espacio en donde se crean y recrean continuamente las prácticas musicales (Ibarretxe: 1998, 117). Este enfoque de la vida musical sustenta una epistemología práctica que ha fundamentado Geertz. Afirma este antropólogo que el mundo en el que viven los sujetos es de carácter ritual, afectivo y simbólico. Se concibe al ser humano como un animal inserto en tramas de significación que él mismo ha creado. Este conjunto de significados constituye el marco y el horizonte en el cual existimos y nos desarrollamos como hombres y, en consecuencia, el verdadero espacio en el que se puede comprender el pensamiento humano (Geertz: 1973, 363-4; 1994, 177). Esta epistemología no sólo propició un nuevo enfoque de la Etnografía que culmina en la Antropología reflexiva de corte postmoderno. También fijó los cauces por los que podía discurrir la investigación antropológica de la música y cuyos temas ha expuesto recientemente Finnegan: «abarcará el estudio de temas tan variados como los roles sociales de la música; las prácticas musicales (quién toca, quién compone, quién ejecuta y cómo); cómo músicos, no músicos, estilos musicales o grupos musicales son percibidos localmente; en qué medida existe un vocabulario estético especializado; las ideologías y prácticas locales en torno a la música y, de forma más amplia, los paisajes sonoros; cómo se incorpora la música a los demás aspectos de la vida» (1998, 27). El etnomusicólogo Rice intentó articular este amplio y variado conjunto de temas a través de un modelo que diera cuenta de la naturaleza, las expresiones y las funciones de la música dentro de una sociedad. Consideraba que un buen ejemplo de modelo efectivo en la reciente historia de la etnomusicología había sido el propuesto por Merriam el año 1964 en su *Anthropology of music*. Este modelo simple contiene el estudio de tres niveles analíticamente diferenciados pero circularmente relacionados: conceptualización acerca de la música, conducta en relación con la música, y el sonido mismo (Rice: 1987, 469). Partiendo de estas ideas seminales y ampliamente aceptadas en la Etnomusicología propone un nuevo modelo que incluye estas tres dimensiones en cada una de las variables fundamentales de la que consta. Para fijarlas parafrasea a Geertz al sostener que los etnomusicólogos deben

estudiar cómo las personas construyen *históricamente*, mantienen *socialmente* y crean y experimentan la música de manera *individual* (Rice: 1987, 473). Se trata de tres dimensiones del sistema simbólico de la música que deben ser elementos esenciales de una futura Antropología de la música por la gran riqueza de niveles de observación e interpretación que sugiere. Veamos cada una de ellas:

- Construcción histórica: este tratamiento histórico comprende dos procesos importantes. De una parte, comprender los cambios producidos a lo largo del tiempo en la música de una cultura; de otra parte, el modo como una sociedad recupera y al mismo tiempo reelabora las formas y el legado del pasado en cada momento del presente.
- Proceso de conservación social: refiere a una lista de las ricas y variadas maneras en las que la música es sostenida, mantenida o alterada por las instituciones socialmente construidas y por el sistema de creencias.
- Creación individual y experiencia: estudio de los modos como los individuos crean, recrean, interpretan y reciben los fenómenos musicales. Esta parte incluye el estudio de la composición, la improvisación y la realización de obras, repertorios y estilos particulares; percepción de la forma y la estructura musical; experiencia emotiva, física, espiritual y multisensorial mediada por la música; las estructuras cognitivas individuales para organizar la experiencia musical y asociarla con otras experiencias.

Los teóricos «románticos» conciben la música como un producto simbólico que tiene su origen en lo más profundo e íntimo del genio y cuya esencia y significado jamás seremos capaces de descifrar. El supuesto teórico que fundamenta este planteamiento es simple: se considera una producción inmediata, irracional, intraducible e incomprensible para el entendimiento humano. La música como saber se resuelve en una poética de lo inefable. Desemboca en una actitud escéptica que no estimula la investigación científica del fenómeno musical. Se puede usar el modelo lingüístico de la comunicación—emisor, receptor, medio, mensaje y código— para fijar y analizar su naturaleza, pero lo conseguido a través de esta metodología constituye una pobre y débil analogía. En efecto, la música es un fenómeno «extralingüístico» que supera el momento de la enunciación para convertirse en un torrente de sentimientos, emociones, pasiones e ideas tanto en el momento de la creación como en el de la ejecución pero sobre todo en la recepción. Su fuerza radica en su capacidad para llegar directamente al espíritu y al corazón por medio de una representación simbólica. No existen reglas que permitan diseccionar y por consiguiente descifrar el poder expresivo de la música. Se trata, por tanto, de un fenómeno que no puede ser analizado ni interpretado científicamente porque es portador de su propia significación, es decir, tiene vida propia. R. Gaya afirma que una composición musical, una pieza compuesta es como una simple criatura, como un ser vivo. «Y un ser vivo, claro, no puede *retocarse*: es como es, y nada más; ni puede *desmontarse*, con la sana e insana intención de analizarlo concienzudamente, no sólo porque de atrevernos a ello cometeríamos un pecado, sino porque además resultaría inútil, ya que al primer movimiento de activos *viviseccionadores*, el ser, ese mismo ser que *ansiábamos examinar por dentro y entender a fondo*, se esfumaría, dejándonos en las manos unas simples materias ciegas, opacas, inanimadas y leñosas» (1996, 27-28). En este contexto teórico hay que situar las tesis sobre la incomprensibilidad de todos los

elementos que integran el fenómeno musical. En efecto, se afirma que la inspiración del compositor parece surgir del vacío y por ello se considera una cualidad mística o sobrenatural de tal manera que cualquier intento de explicación constituiría un sacrilegio ya que reduciría al hombre a la condición de máquina. El músico romántico F. Liszt describe los artistas como esos hombres predestinados, poseedores de la chispa divina, que dan vida a la materia, poseen una forma de inspiración que les convierte en superhombres y les capacita para elevar al ser humano con invencible simpatía al entusiasmo y a las visiones celestiales. Esta mentalidad romántica todavía se mantiene viva en compositores como Stockhausen: «Ya he dicho que me considero como un criado enviado de Dios, que debe detenerse aquí durante muy poco tiempo para componer música. No debo dispersarme haciendo otras cosas, ya que es mi mejor talento» (1974, 34) Este talento solamente lo poseen los seres sobrenaturales y por ello se sostiene que sus creaciones son incomprensibles para los mortales aunque una vez producidas sean propiedad de todos los hombres y todos puedan disfrutar de ellas para elevar su espíritu por encima de este mundo terrenal. Esas obras se pueden fijar a través de diferentes notaciones, pero ello implica una cosificación de la riqueza y el valor expresivo de una creación, como lo demuestran las múltiples interpretaciones que se pueden hacer de una partitura y los continuos intentos de búsqueda de sistema de notación que nos acerquen a una mejor expresión de una pieza musical. Finalmente, la elevación espiritual y el placer que en los oyentes produce la «escucha» de una obra genial tiene un carácter intraducible e invalorable. No podemos comprender los estados de ánimo que genera en las personas ya que son íntimos y puramente subjetivos. No podemos encontrar ningún tipo de unanimidad en la forma de apreciar y saborear los contenidos musicales por parte del público que la escucha y de ahí dimana la imposibilidad de fijar un canon universal para poder juzgar el valor estético de una composición. De modo sintético: frente a fenómenos inefables que provienen de la intuición del genio, capaz de despertar emociones indescriptibles en los oyentes y elevarlos al reino de lo sublime, toda tentativa de comprensión científica está condenada al fracaso (Silberman: 1961, 17; Jackendoff: 1987, 237; Fubini: 1998, 17-18; Goodman: 1995, 233).

En este contexto romántico hay que situar, a mi modo de ver, un nuevo paradigma de investigación antropológica de la música denominado «Antropología de la ejecución». Localiza la música en el mundo individual de las emociones y la labor del antropólogo consiste en entender las respuestas emotivas e imaginativas de las personas a la expresión sonora de la experiencia y de la sociabilidad humana. De modo sintético ha expuesto este programa de investigación Coplan: «Si la música es el vino del amor, sigamos bebiendo» (Coplan: 1997). Y la manera de realizar este ideal es participando activamente en los eventos y prácticas musicales de la cultura que se analiza. Esta estrategia de investigación constituye el núcleo de una «etnografía participativa» base y fundamento de este nuevo enfoque de la Antropología de la música. Para entender este nuevo paradigma de pensamiento es clave la lectura del libro de J. Fabian *Power and Performance* donde se exponen las razones que le obligaron a orientar su trabajo de campo por estos derroteros. En efecto, basándose en su trabajo de campo sobre el teatro musical popular en el Zaire sostiene que los conocimientos culturales solo se pueden lograr a través de la ejecución y la representa-

ción. Esa etnografía participativa pone de manifiesto la diferencia entre un conocimiento meramente informativo y un conocimiento competencial. Es un modo de *saberm* práctico que nos permite entender cómo la ejecución de la música *no es una actividad aparte de la* no ejecución sino que es la continuación de otros modos de acción y ámbitos de la realidad social. De ello concluye que la vida no se realiza en el arte sino que el arte es la vida misma. Se trata de un nuevo paradigma que trata de superar los límites de la musicología interpretativa de orientación pragmática que expuse anteriormente. Reconoce los méritos y avances de este enfoque interpretativo frente a la postura estructuralista en la medida que la música era vista como un medio de negociar, discutir, y transformar las disposiciones sociales o también de reforzarlas. Pero supone un avance el partir de un supuesto teórico más fértil: la música no está simplemente en un contexto, sino que su ejecución es ella misma un contexto en el que ocurren las cosas y que contribuye a que las cosas ocurran. También se acepta que el estudio de la música en la antropología y el de la antropología como tipo de análisis de la música, solamente puede avanzar a través de un análisis permanente de las complejas e indeterminadas relaciones existentes entre el emitir sonidos refinados y crear un sentido cultural en contextos sociales determinados. Sin embargo, la «ejecución» resulta una vía más adecuada para conseguir una descripción apropiada de las maneras en las que los pueblos realizan su cultura. Se trata de un método que *proporciona* al etnógrafo un conocimiento más fidedigno, rico y profundo del alcance y la significación de la música en una cultura. Por lo tanto, la etnografía participativa, en la que el etnógrafo no observa sino que participa activamente como los demás, es la mejor forma tanto de captar la naturaleza de los conocimientos culturales como de entender de una *manera* reflexiva el valor de los conocimientos acerca de los conocimientos culturales. La ejecución de la música no es una actividad aparte de la no ejecución sino que es la continuación de otros modos de acción y ámbitos de la realidad social; no es que la vida se realice en el arte sino que el arte es la vida misma. Las inevitables asociaciones entre los medios de expresión hacen que las posibilidades que ofrece este paradigma hayan hecho posible un estudio antropológico de la música radicalmente nuevo. «En cualquier caso, está claro que la antropología de la música tiene mucho que ganar mezclándose en el *pot pourri* de la antropología de la ejecución. Desde luego, las posibilidades que ofrece el hecho de que el concepto analítico de ejecución pase a ser el centro del trabajo etnográfico han quedado demostradas en una serie de monografías que tratan de los principales intereses antropológicos actuales» (Coplan: 1997, 7).

En estos modelos teóricos se han basado los antropólogos para analizar el fenómeno cultural de la música. Con las contribuciones de la «Musicología comparada» y la «Etnomusicología» se sentaron las bases para la constitución de una rama de la Antropología social dedicada por entero al estudio de la música (Coplan: 1997, 4). Se trata de una subdisciplina que se halla en sus inicios, que no reniega ni prescinde de sus aportaciones, pero que necesita una nueva epistemología y una nueva metodología (Titon: 1997, 87). Pienso que una manera de contribuir al desarrollo de este proyecto es tomar como punto de referencia la música creada por ordenador. Es además fructífera en la medida que nos puede acercar —como cualquier otra forma de expresión musical o artística— a una mejor

comprensión de las tres categorías claves de la Antropología social: mente, sociedad y cultura (Álvarez Munárriz: 1990, 39; Varela: 1992, 209; Sanmartín: 1993, 111; Finnegan: 1998, 30). En efecto, el análisis de las condiciones mentales de la creación musical constituye un espacio privilegiado en donde encontrar las estructuras permanentes de la mente humana, tanto conscientes como inconscientes, porque la música, como recuerda Menuhin, es el espejo del proceso del pensamiento de uno mismo (Menuhin: 1997, 144; Rasskin: 1994, 31; Small: 1989, Lévi-Strauss: 1964, 26; Schaeffer: 1988, 334; Schloezer y Scriabine: 1960, 224). Pues bien, la fertilidad de la música electroacústica se manifiesta en la apertura de vías más empíricas para conocer de manera más objetiva los procesos mentales musicales y desde ellos acceder a la comprensión de la naturaleza de la mente humana. Conviene subrayar que este enfoque en manera alguna supone una deshumanización del arte, cuyo análisis nos desviaría del tema del hombre. La mentalidad informática, que apunta al procesamiento de datos, nunca llegará a matar el espíritu creador, la inspiración y el deseo de innovación. «La música responde al tiempo en que se vive, y a nosotros nos ha tocado una época compleja. Los ordenadores son complejos, y la combinatoria de los sonidos a los que podemos llegar me parece que es de una belleza extraordinaria. Como en la ciencia, en la música todo es invención o descubrimiento» (Halffter: 1998, 63). Se trata, por el contrario, de bucear en el pozo insondable de esta invención musical para acercarnos a una mejor comprensión de lo más específico de la mente humana: la creatividad. De otra parte, nos ayuda a entender una de las dimensiones culturales de la sociedad mundial a la que caminamos. La música electroacústica y el uso de la computadora esta posibilitando la creación de un nuevo lenguaje musical que paulatinamente se está convirtiendo en internacional con la consiguiente «universalización» del gusto. En la sociedad cableada y digitalizada todos los pueblos del planeta se hallan interconectados y empiezan a consumir y gozar de un mismo género de música. Tendencia no exenta de peligros puesto que la universalidad se podría convertir en «uniformidad» eliminando de esta manera las aportaciones de otras culturas al desarrollo de la música. De ahí la sabia advertencia de Xenakis: «Se ha de estar alerta e intentar establecer puentes con las otras culturas y hacia el futuro del pensamiento musical, antes de morir ahogado por la técnica electrónica, aplicada tanto en el campo instrumental como en el de la composición por ordenador» (Xenakis: 1982, 48). Esta sencilla reflexión nos permite ver con claridad que el análisis de este tipo de música constituye un excelente banco de pruebas para entender uno de los fenómenos sociales más relevantes de nuestra época: la tensión entre lo local y lo global, entre lo particular y lo universal (Álvarez Munárriz: 1998, 38). Y finalmente, nos ayuda a entender la «cultura de masas» a cuya configuración ha contribuido decisivamente la masiva difusión y aceptación de la música electroacústica. Se trata de un fenómeno reciente pero cuyo alcance y significación no ha recibido todavía un adecuado tratamiento antropológico. Las nuevas tecnologías han generado nuevos paradigmas de interpretación, nuevos modos de relación entre los hombres, incluso se ha llegado a hablar de un nuevo tipo de hombre que Ramonet, desde una posición crítica, denomina «hombre mundial». Necesitamos investigar qué alcance y significación ha tenido el fenómeno musical en la configuración de esta nueva cultura. «Hacen falta modelos que no sólo puedan describir esquemas estructurales inter-

nos de la música popular contemporánea —ojalá la musicología hubiera dado este paso— sino que también puedan explicar el «sentido» y el «significado» de los fenómenos pertenecientes al más vasto conjunto de la realidad cultural o de sus interpretaciones» (Adell: 1998, 27). Comenzaré exponiendo el contexto cultural que ha hecho posible la aparición y desarrollo de la música por ordenador.

Música electroacústica

La progresiva aceptación e implantación de los adelantos de la tecnociencia modificó todos los elementos de la cultura, incluidos ámbitos que siempre se habían considerado tan alejados de su influencia como el mundo del arte. El uso de las grabadoras, micrófonos y la producción/reproducción electrónica de sonidos han revolucionado el mundo de la música. Estas innovaciones y su progresiva aplicación al mundo de la música han propiciado la aparición de una rama dentro de este arte que se ha denominado «Electroacústica». Se puede describir como un tipo de música que se produce a través del uso creativo de dispositivos técnicos como son transductores, generadores, grabadores, reproductores, procesadores, etc. En el campo de la electroacústica podemos distinguir diferentes campos de investigación y aplicación: «música concreta» que se sirve del fonógrafo y del magnetofón para recoger, combinar y almacenar sonidos naturales; «música electrónica» que se sirve de osciladores y generadores electrónicos para producir sonidos musicales que luego se pueden almacenar en diferentes soportes; «composición sonoro-textual» que se sirve del lenguaje hablado como su fuente literaria y musical; «música electrónica en vivo» que se sirve de la música electroacústica existente para componer o interpretar música en directo y en tiempo real; y «música por ordenador» que se sirve de los computadores para generar, grabar e incluso componer piezas musicales.

Representa una verdadera revolución en la historia de la música occidental tanto por lo que refiere a la producción de nuevos materiales sonoros así como por la manera de darles forma: síntesis numérica del sonido, modelización y cálculo del sonido, difuminación de las diferencias entre ruido y sonido e incluso de la clásica oposición entre consonancia y disonancia, nuevos coloridos, texturas y paisajes sonoros, creación de ilusiones sonoras semejantes a las ilusiones visuales, efectos sonoros especiales, nueva notación, nuevos estilos orquestales, nuevas formas de escucha, etc. De entre todas estas innovaciones cabe destacar dos como las más significativas y de mayor repercusión. De una parte el mundo de la producción sonora, es decir, la posibilidad que tiene el ingeniero y también al compositor de crear y recrear el sonido a su antojo para construir mundos sonoros inéditos. De otra parte el mundo de la grabación y su posterior reproducción lo más fidedigna posible, es decir, la alta fidelidad. Con ella la simulación cada vez más exacta de lo real ha suplantado al sonido real hasta tal punto que se empieza a considerar más «natural» que la música en vivo. En efecto, la alta fidelidad se ha convertido en el fin de la música docta escrita, ha aumentado la cantidad de oyentes que poco a poco han aceptado y se han acostumbrado a estos productos tecnológicos. Incluso la denominada «música popular» ha sufrido una profunda transformación al asumir muchas características de la música erudita hasta llegar

a perder muchos de sus aspectos que siempre habían sido considerados esenciales por parte de los etnomusicólogos: las melodías transmitidas de generación en generación se han modificado radicalmente, se prescinde de la improvisación, se abandonan las normas de hacer música según prácticas y cánones no escritos pero usados desde tiempo inmemorial por los miembros del grupo, etc. Se ha creado un universo nuevo e inédito en el que el nuevo público se siente mucho más a gusto que en el clásico concierto puesto que se consideran dueños y señores del sonido que pueden manipular a su antojo: aumentar, disminuir e incluso interrumpir (Quignard: 1998, 250).

Estas innovaciones técnicas han exigido una reflexión teórica sobre el estatuto ontológico de los sonidos que ha cristalizado en la categoría de «objeto sonoro». Este es concebido como una entidad aislada que no solamente es susceptible de ser representada en tres dimensiones sino que además puede ser manipulado y moldeado de forma creativa tanto de una manera real como virtual. El sonido ya no se entiende en relación con otros sonidos, ni es un elemento más dentro del marco de cualquier sistema, sea de un orden formal natural o convencional. Se concibe como valor absoluto, autónomo e independiente de las relaciones jerárquicas, con su fisicidad y corporeidad puras, es decir, un evento acústico completamente independiente. «El objeto sonoro es todo fenómeno sonoro que se perciba como un conjunto, como un todo coherente, y que se oiga mediante una escucha reducida que lo enfoque por sí mismo, independientemente de su procedencia o significado» (Chion: 1998, 301; Schafer: 1996, 63; Schaeffer: 1988, 218; Fubini: 1988, 454; Moles: 1972, 190). Pero veamos más detenidamente los cambios cuantitativos que conjuntados han propiciado un cambio cualitativo en el campo de la música:

a) La producción de sonidos

La variedad de sonidos con los que se construye la obra musical depende de la capacidad del hombre para producirlos, manejarlos y regularlos ya que no están dados de antemano. En efecto, la materia prima de la música es el sonido físico fabricado artificialmente por medio de todo tipo de instrumentos. Este proceso constituye la dimensión natural del arte musical. La dimensión cultural proviene, sin embargo, de la forma que da el ser humano a los sonidos para construir con ellos un todo equilibrado, una estructura musical dotada de sentido. La organización y articulación del continuo sonoro, por naturaleza inarticulado, se hace a través de códigos y pautas establecidas por convención, por medio de reglas arbitrarias y sumamente culturizadas, es decir, el ruido se carga de significado intencionado en virtud de los códigos sociales (González Alcantud: 1995, 13; Zumalde: 1997, 75). Tradicionalmente se ha considerado que en la música tonal de Occidente existen cuatro códigos específicos con los que se puede jugar para conformar las infinitas posibilidades que ofrece la transformación del ruido en sonido: armonía, melodía, ritmo y timbre. Las formas de la música son el resultado de la aplicación general de los principios de variedad y unidad a estos cuatro factores con los que se modula el sonido en un contexto cultural determinado (Bennett: 1998, 4). Pues bien, se tiende a pensar que esta última dimensión constituye el elemento esencial de la música, es decir, a dar prioridad a la forma cultural cuya única limitación provendría de los instrumentos a través de los cuales se nos hacen

audibles los sonidos. Pero la música también depende la calidad de los medios a través de los cuales la materia prima del sonido adquiere una determinada forma, calidad que siempre ha estado unida a los avances técnicos. En efecto, la historia nos enseña que los medios para fabricar el sonido han cambiado de una época a otra y han condicionado el desarrollo de las formas musicales. De modo sintético: siempre ha existido una vinculación entre tecnología y música. Ahora bien, sin caer en ningún tipo de determinismo tecnológico se puede afirmar que la producción electrónica de sonidos constituye la mayor revolución que se ha producido en la música del siglo XX. Su efecto multiplicador ha cambiado todos los registros de la creación y la producción musical. Ha perfeccionado nuestros conocimientos acerca del material de la música al poder manipular sonidos puros sin armónicos, ha generado nuevas maneras de darle forma e incluso ha permitido superar las limitaciones que tiene el uso de los instrumentos tradicionales y el virtuosismo de los intérpretes que los manejan. «En estos últimos 45 años, los descubrimientos e inventos acaecidos fueron tales en cantidad y calidad que harían palidecer al más osado de nuestros anteriores acústicos. Los avances de la instrumentación electrónica y de la óptica permitieron un considerable avance en la investigación acústica, reformando postulados y modificando conceptos, aun a costa de los defensores a ultranza de las antiguas teorías desarrolladas por procedimientos teóricos y no constatables científicamente en su tiempo por carecer del instrumental adecuado (Fernández: 1997, 300; Risset: 1998, 74; Guinovart: 1985, 297; Herzfeld: 1984, 385).

b) La capacidad creativa del compositor

Siempre se ha sostenido que todo arte depende del pensar, sentir y querer del hombre, es decir, de la capacidad creativa de los seres humanos. Hemos escuchado muchas veces que si se prescinde del hombre, si es sustituido por las máquinas, entonces muere el arte y con él la música. De nada serviría el nuevo dominio sobre la materia sonora que proporcionan los avances técnicos si realmente no se tuviesen ideas creadoras sobre el modo como se organizan y combinan los sonidos. Es cierto: el germen y el núcleo de la música se encuentra en la imaginación creativa del compositor. La inspiración del músico siempre ha constituido y seguirá siendo la base y el fundamento de la música. Sin embargo, conviene hacer dos matizaciones importantes. De una parte, que los compositores jamás han renunciado a los avances de la técnica sin que ello haya redundado en una reducción o menoscabo de la creatividad. Esto explica el hecho de que cuando aparecen los aparatos electrónicos se empiece a tomar en serio la posibilidad de producir música de manera automática como habían soñado algunos visionarios (Aracil: 1998, 361). Es decir, la composición musical sin la intervención del hombre fue y sigue siendo una de las grandes aspiraciones de los compositores más innovadores. En efecto, aparece como el objetivo fundamental de Trautwein que construye el *Trautonium* y el *Hellertion*: «Mientras que la electroacústica se ha preocupado especialmente, en estos últimos años, de los problemas de la reproducción, yo he preferido preparar nuevas posibilidades de expresión para el artista creador. La música mecánica no ha enriquecido el arte, pero ha permitido ante todo, su difusión. En cuanto a mí, me gustaría, gracias a mis trabajos, servir más que nada a la creación armística

y contribuir a reconciliar las dos tendencias contrarias del espíritu humano: arte y técnica» (citado por Samuel: 1965, 501). Y de otra parte, que esta invitación hacia una fértil síntesis entre música y técnica invita a desterrar cualquier temor a una deshumanización del arte ya que en este nuevo tipo de música existen vías en las que puede tener cabida la creatividad del artista. También en ella se dan las condiciones para que pueda emerger la invención musical. En efecto, podemos constatar que existen muchas formas particulares de plasmar la creatividad y que algunas de ellas se pueden compaginar perfectamente con las posibilidades que abren los medios técnicos. Existe un tipo de compositor cuya su actitud es «experimental» puesto que busca aportar nuevas armonías, nuevas sonoridades, nuevos principios formales (Copland: 1994, 43). Y es dentro de la música electrónica donde no solamente tiene cabida sino que también permite aumentar las potencialidades creativas de este tipo de compositor. El uso de las herramientas que esta técnica musical pone a disposición del músico supone una posibilidad especialmente atractiva para que puedan desarrollar plenamente sus capacidades creativas. En este contexto hay que entender las afirmaciones de Schloezer acerca de una humanización de la máquina: «Manejar los aparatos electroacústicos no deshumaniza al músico, ni mecaniza la música; es más bien la máquina la que se humaniza. En cierto sentido se podría denominar esta música 'humana demasiado humana'; efectivamente, permite al autor expresar lo vivido, exteriorizar su ser íntimo como jamás pudo hacerlo usando el lenguaje instrumental; éste, automáticamente, informa en cierto modo al hombre que trata de manifestarse a través del artista; el material prefabricado, los convencionalismos de la notación, los instrumentos y los que los tocan, le condicionan y le hacen pantalla. La creación *ex nihilo* le da, por el contrario, toda amplitud para traducir directamente sus 'estados de ánimo'» (Schloezer y Schriabine: 1960, 221; Eco: 1995, 297-8).

c) La capacidad expresiva del intérprete

Es el intérprete quien da vida a las partituras de un compositor. Una buena técnica basada en el aprendizaje reglado debe dar paso al estilo y la coloración que todo intérprete —ya sea ejecutante o director— debe dar al texto musical. Aunque su destreza le permita repetir fielmente o dirigir de manera mecánica una obra, siempre debe tener como reto el hacerlo de una manera creativa. Por ello no se debe confundir a un mero instrumentista o director con un maestro que es capaz de captar el sentido de una obra, realizarla creativamente y conectar con el público (Schütz: 1964, 176; Strawinsky: 1977, 137; López Quintás: 1977, 130; Deschausees: 1991, 37). La novedad que introduce la música electroacústica se halla en el hecho de que las creatividades del compositor y del intérprete se confunden, pero en manera alguna supone la eliminación del encanto del intérprete ni de su aportación creativa. Es cierto que el compositor puede montar la obra o crearla en el ordenador y que incluso en la música dodecafónica se exigía una fidelidad absoluta a la obra del compositor. Pero también es cierto que muchos compositores dan muchas posibilidades al intérprete en la medida que sus obras no tienen partitura totalmente cerrada y llena de anotaciones a seguir, es decir, dejan la puerta abierta a la libre improvisación. Existen obras de música aleatoria que dan un amplio margen de actuación al intérprete al dejar muchos aspectos de

la ejecución a las preferencias y decisiones del intérprete: qué notas o secciones y en qué orden ejecutarlas, el tempo, los recursos expresivos, etc.. Es más, se considera que esta cooperación potencia la invención musical y permite el desarrollo de la originalidad del intérprete como afirma Stockhausen: «La mayor parte de los intérpretes no quieren sufrir la influencia del compositor. Naturalmente, yo no pretendo que me imiten, pues no soy ni me considero el depositario indiscutible de la verdad. Que se las arreglen solos siempre que no bajen de nivel. Quiero verme superado, no copiado a la letra. Espero que den prueba de originalidad» (En Tannenbaum: 1988, 100). Se deduce de todo lo anterior que de ninguna manera se pretende que los avances tecnológicos sustituyan al intérprete sino que se aspira a conseguir una ósmosis creadora entre técnica y arte, entre compositor e intérprete.

d) Los medios de difusión

La audición musical se resuelve en la recepción, interpretación, valoración estética y goce de los sonidos que realizan los oyentes. Es una actividad en la que interviene la totalidad del ser humano. Se concreta en una rica gama de sensaciones que tienen un determinado significado para los oyentes. Y es el que el hecho de oírla suscita un conjunto de sentimientos, prejuicios, valoraciones, etc. que depende de la sensibilidad estética del oyente. Partiendo de este supuesto se han distinguido tres tipos de oyentes: popular en la que funcionan los instintos, corriente que afecta a los afectos de los oyentes, y culto que depende de la reflexión intelectual. E incluso Th. W. Adorno habla del «oyente ideal» que capta y almacena todo lo oído. Esta apreciación elitista pasa a un segundo plano con la comercialización y la masificación que ha propiciado la música electroacústica, es decir, con la aparición de la cultura de masas. Si con el concierto la música solo llegaba a un número muy limitado de oyentes, los *mass-media* (medios de comunicación social) la han hecho accesible a una gran cantidad de público. De ser arte de consumo para una pequeña minoría se ha convertido en un arte de consumo corriente (Albet: 1974, 134; Moles: 1972, 181). Supone un avance, pero también hay que reconocer que el espectacular aumento de los usuarios, potenciada por la introducción de los medios de comunicación, ha producido una homogeneización, nivelación y banalización del gusto musical. En esta cultura de masas el valor supremo que orienta la audición musical es el agrado o desagrado que produce en el público que la disfruta. Esta masiva difusión de la música electrónica hizo pensar a muchas personas que al estar basada en una técnica compleja, se necesitaría una nueva clase de público especializado, es decir, educados tanto en la comprensión de sonidos hoy inexistentes como en las formas de organización del espacio sonoro. Y es cierto que la música electroacústica propone otra forma de escucha que cambia nuestras formas y hábitos de percepción y que hay obras que requieren una continuada escucha para poder asimilarlas y disfrutarlas. Pero también es cierto que la nueva música aspira a integrar al compositor, al intérprete y al público y ello ha facilitado su recepción. Al convertirse en un producto consumido por una gran parte de la población, los músicos reflejan en sus composiciones los temas que interesan a este amplio público por lo que finalmente acaba por ser aceptada y comprendida. Y es que «la música de este siglo, igual que la pintura, la escultura, la narrativa o el teatro, incorporó maneras distintas de organizar el material.

Desplazó a segundos y terceros planos elementos históricamente protagonistas y colocó como primarios a parámetros que hasta ese momento se habían conservado como complementarios. Inventó nuevos géneros y, con ellos, nuevos circuitos y nuevos códigos de recepción. Pero, claramente, no excluye a ninguna clase de oyente curioso y dispuesto a escuchar música buscando cosas distintas a las ya conocidas» (Fischerman: 1998, 143). Hay muchos pensadores que no se resignan a aceptar esta visión puramente técnica y estética del consumo de música. Piensan que debe ser completada con un análisis socio-moral y político. Se trata de un enfoque que ha suscitado el interés de todos aquellos investigadores en ciencias sociales que se han preocupado por un aspecto culturalmente relevante: la música como vehículo pero también creadora de nuevas creencias y valores culturales. Se recuerda cómo el trabajo de campo de los antropólogos, especialmente en las sociedades primitivas, ha mostrado la fuerza y el poder de transformación que la música tiene en las personas, su capacidad para excitar, adormecer o provocar diferentes estados en la conciencia, es decir, su poder para intensificar la experiencia humana (Carvalho: 1998, 71). Es éste el enfoque del fenómeno musical que los movimientos sociales quieren usar de plataforma para la transformación de la sociedad. Parten del supuesto que el consumo cultural de música también puede ser usado como medio para luchas colectivas contra la dominación. En efecto, este tipo de análisis sociocultural prescinde de la dimensión teórica para centrarse en la música como una práctica social del cual se sirve el poder para imponer y mantener una visión del hombre y de la sociedad acorde con sus intereses (Attali: 1977, 34; Bourdieu: 1988, 393). Pero si esto es así también puede ser usado para producir el efecto contrario: defenderse de esas imposiciones, es decir, como un espacio adecuado para criticar los mecanismos de control social del poder: «Al ser parte de la cultura, las formas estéticas de la representación simbólica acarrean en sí la tradición y la memoria colectiva. Al ser marcos de significado e interpretación que hemos heredado, el arte y la música, por ejemplo, pueden ser recursos idóneos que los movimientos sociales pueden utilizar para movilizar y organizar la protesta y, a un nivel más profundo, convertirse en el fundamento de una redefinición de la situación... Como mensajeros o vehículos de la tradición, la música y el arte transmiten imágenes y símbolos que provocan emoción, alientan la interpretación y pueden convertirse en el soporte que haga posible la acción, incluida la que se define como estrictamente política» (Eyerman: 1998, 143).

e) Los modos de distribución

Desde hace tiempo se rige por las leyes del mercado y consiguientemente por los intereses económicos de los productores de música. Como dijimos anteriormente es un hecho social que este tipo música ha posibilitado que una gran parte de la población y no solamente el público especializado pueda disfrutar de la música. Ello ha convertido la música un negocio que permite a los productores ganar fabulosas sumas de dinero. No orientan la producción a fines artísticos sino a objetivos comerciales. Solo invierten en aquellas piezas musicales que garanticen un aumento de la inversión realizada. En este negocio también participan los artistas para alcanzar un *status* privilegiado dentro del mundo social. Pues bien, al convertirse en un fenómeno de masas compuesto por un público totalmente profano se

pensó interesadamente que no estaba capacitado para orientarse en el campo de la música y que debía ser tutelado y guiado en sus gustos. Desde luego de una manera sutil: a través de la publicidad se sugiere al público lo que debe desear y consumir. Se delega la experiencia en los expertos que nos dicen lo que debemos escuchar y convierten su condición de expertos en filtros de nuestra experiencia (Small: 1989, 100). En este contexto hay que reseñar la aparición de una nueva figura: el ingeniero de sonido, un nuevo tipo de músico que es a la vez productor y distribuidor. Recrea la obra musical atendiendo las demandas de los consumidores y al mismo tiempo guía sus gustos. Pero no toda la música se industrializa, también podemos encontrar entre los ingenieros verdaderos artistas e incluso músicos idealistas que renuncian a la difusión masiva con todos los riesgos que ello conlleva. Para Cage, por ejemplo, este tipo de música implicaba un nuevo sistema de pensamiento sobre el arte y la música, y con sus obras critica el concierto como institución, el culto al intérprete, el disco y los hábitos de los melómanos de tal manera que sus obras no pueden entrar en esos ámbitos (Fischerman: 1998, 97). Sin embargo, al lado de estas grabaciones de alto valor estético también existen producciones técnicas de escaso valor artístico por más que través de la publicidad se intente imponerlas a los oyentes. Son productos puramente tecnológicos que no tienen alma. Es un reto, tanto para el especialista como para el oyente tanto profano como especializado, el saber apreciar si las obras que actualmente se comercializan como *best seller* constituyen obras genuinas de arte u obras vacías cuya estructura formal es pobre por más que se pretenda disimular sus carencias bajo el amparo de los nuevos soportes técnicos. Este hecho nos lleva a recordar la necesidad de una educación de los oyentes que les capacite no solamente a discernir sino también a realizar una apropiación creativa de los productos musicales (Sánchez Noriega: 1997, 307).

Música por ordenador

La Música por Ordenador, también denominada Informática musical, constituye el culmen de la música electroacústica en la medida que condensa y se puede utilizar para realizar y potenciar todas las posibilidades que ha abierto el tratamiento técnico de la música. Se caracteriza por el empleo de la tecnología electrónica para producir, almacenar y manipular la información de forma digital. Se puede definir como aquella rama de la informática que se sirve de los ordenadores para sintetizar, crear, almacenar, procesar y reproducir sonidos, analizar estructuras musicales y melodías, y componer automáticamente piezas musicales.

Desde el mismo momento que se construyeron los primeros ordenadores los músicos se sirvieron de las múltiples posibilidades que ofrecía esta nueva tecnología. Es más, algunos pensaron que la música neoclásica y serial estaban agotadas, que era necesario buscar nuevos terrenos donde ir y se sirvieron de las nuevas posibilidades que ofrecía el ordenador para explorar nuevas formas de composición (Pierce: 1985, 4). Su versatilidad y velocidad computacional lo convertía en una herramienta idónea para generar y componer música. Pensaban, además, que el uso de los ordenadores proporcionaba una serie de herramientas que realzarían los aspectos técnicos y creativos de la producción musical. A pesar de la

actitud crítica por parte muchos compositores y teóricos de la música que lo consideraban un síntoma de falta de capacidad compositiva (Adorno: 1985, 131-32), hay que reconocer que la introducción del ordenador en el campo de la música cambió y revolucionó los aspectos fundamentales de la música por las grandes posibilidades que abrió en todos los ámbitos de la creación musical. Poco a poco ha ido adquiriendo cada vez mayor importancia y hoy se halla presente en todas las facetas del fenómeno musical. Ya se puede decir que el ordenador ha venido para quedarse. La razón la expone Núñez en una entrevista: «En un ordenador lo tienes todo. Se trata de un elemento lo suficientemente potente como para contener en su interior tanto los procesos de síntesis, los patches o instrumentos, como el aparato para secuenciar o controlar dichos sonidos. Sobre todo, el uso que se le va a dar en este laboratorio es el de síntesis. Aquí puedes diseñar cualquier sonido que se te ocurra, conectando osciladores de distintas maneras y, si no es capaz de hacerlo en tiempo real, lo hará en tiempo diferido, pero, al final obtendrás uno, dos o más minutos de música, tal y como lo deseas, sin verte en la necesidad de hacer una concesión a ningún *hardware* previamente diseñado» (En Rasskin: 1993, 307).

La música por ordenador se sustenta en tres principios fundamentales. De una parte el hecho de que los parámetros de cualquier sonido (frecuencia, amplitud, duración, forma de onda) pueden simbolizarse y codificarse a través de dígitos binarios. De otra parte la posibilidad de usar una serie de reglas matemáticas y lógicas que en forma de programas de ordenador permiten manipular y procesar los sonidos digitalizados. Y por último que el sonido codificado en forma digital puede ser transformado mediante un convertidor digital/analógico en un sonido audible por el oído humano. Pero veamos más detenidamente algunas de las innovaciones más importantes que ha abierto la Informática musical:

a) Creación de sonido

Los primeros ordenadores para crear música eran muy primitivos tanto en capacidad para producir sonidos como en la potencia de los programas usados para procesarlos. Poco a poco se tuvo la posibilidad no solo de controlar las notas y sus duraciones sino también la capacidad de producir todo tipo de material sonoro (Inose y Pierce: 1985, 165). Hoy ya es posible no solamente reproducir sino incluso generar sonidos que no pueden ser producidos manualmente con los instrumentos tradicionales. Un avance decisivo fue la aparición de los «sintetizadores» capaces de producir, combinar, deformar los sonidos electrónicos. Pronto se perfeccionaron incorporando una serie de sonidos y efectos pregrabados que se usaron cada vez más con propósitos comerciales, desde los anuncios de la televisión hasta la música para todo tipo de películas. Existe una amplia variedad de sintetizadores, capaces de imitar casi cualquier sonido y de crear gamas tonales y timbres completamente nuevos. Con ellos es posible alterar la duración, la altura y el timbre de la forma de onda generada por medio de amplificadores, mezcladores, filtros, reverberadores, secuenciadores y moduladores de frecuencia, etc.. De los primeros sintetizadores *monofónicos* hemos pasado a los *polifónicos* —produce varias notas simultáneas— y *multitimbricos* —produce el sonido de varios instrumentos a la vez—. Además se pueden acoplar a los ordenadores para de esta manera ampliar y potenciar la producción de sonidos cada vez más sofisticados. Los

sintetizadores pueden ser no-programables y programables. Estos últimos *consta* de tres tipos de controles: interpretación, programación y generación de sonido. Es más, en la actualidad cualquier «sintetizador» que genera sonidos a partir de la combinación de elementos simples, es en esencia un ordenador. Para hacernos una idea de como se puede generar música a través del ordenador veamos un sencillo programa escrito en TurboPascal:

```
PROGRAM Escala (Input, output);
USES
  Crt;
VAR
  Nota,
  Letra: Char;
BEGIN
  ClrScr;
  Gotoxy (40-Trunc (10/2),1);
  Write ('Miniórgano Electrónico');
  Gotoxy (5,5);
  Write ('Catorce notas de una escala diatónica: desde do hasta do');
  Gotoxy (30-Trunc (40/2),7);
  Write ('M suena do, N suena re, B suena mi,');
  Write ('V genera fa, C genera sol, X genera la, Z suena si, A suena do,');
  Write ('S suena re, D suena mi, F suena fa, G suena sol,');
  Write ('H suena la, J suena si, K suena do una octava mayor,');
  Repeat
    Letra:=ReadKey;
  Case Letra of
    'm','M': Sound (130);      's','S': Sound (293);
    'n','N': Sound (146);      'd','D': Sound (329);
    'b','B': Sound (164);      'f','F': Sound (349);
    'v','V': Sound (174);      'g','G': Sound (392);
    'c','C': Sound (196);      'h','H': Sound (440);
    'x','X': Sound (220);      'j','J': Sound (493);
    'z','Z': Sound (246);      'k','K': Sound (523);
    'a','A': Sound (261);      End
  Until Letra = #13;
  Nosound;
  Clrscr
END.
```

Se trata de un programa básico que sirve para generar sonidos musicales sencillos y monofónicos, pero que se puede ampliar y completar con módulos y librerías hasta posibilitar incluso la composición musical. Por otra parte es un programa escrito en un lenguaje de tipo general que poco a poco ha sido sustituido por lenguajes enfocados a la creación

de música, pero sobre todo por programas especializados que incorporan resueltos muchos detalles y que no exigen conocimientos específicos de Informática. En este campo fue pionero M. Mathew que comenzó desarrollando el programa *Music1* que ha sido continuamente perfeccionado a través de sucesivas versiones. En la actualidad existen programas orientados a la síntesis del sonido de altas prestaciones, como *Cmusic*, *Csound*, *Cmix*, *Cln*, *Sms*, etc. Manning: 1994, 221 y 346; Jordà: 1997, 155). Se trata de entornos potentes y flexibles que con los avances en la rapidez de computación se pretende que trabajen en tiempo real y no diferido como lo hacen ahora.

b) Tareas de control

Los ordenadores pueden utilizarse como sistemas básicos que permiten la comunicación entre los diferentes instrumentos electrónicos de un estudio musical. Los ordenadores se convierten en medios que a través de sucesivas instrucciones conectan los diferentes dispositivos electrónicos que se usan para generar, grabar o reproducir música. Se han creado programas de ordenador para que de una manera automática y en tiempo real se puedan producir cambios en el funcionamiento e interconexiones de los equipos electrónicos. Un hito histórico en este proceso lo constituyó la standarización del lenguaje de alto nivel MIDI (acrónimo de *Musical Intrument Digital Interface*) en 1983. Se trata de un protocolo de interfaz digital normalizada que unificó las formas de conexión entre instrumentos electrónicos musicales aunque procedieran de diferentes marcas. Aunque los creadores de MIDI no tenían el propósito de que su interfaz pudiera servir de modo de comunicación entre un ordenador y un sintetizador, puede cumplir perfectamente este papel y su uso generalizado supuso un avance en el desarrollo de la música por ordenador. Ha posibilitado la creación de «instrumentos inteligentes» cuyos componentes esenciales serían: sintetizador maestro, interface MIDI para ordenador, y un ordenador cargado con un programa secuenciador. Esta sería la configuración MIDI mínima que posteriormente se completó con muchos más elementos. En el año 1991 los fabricantes de instrumentos desarrollaron el Stand General MIDI que define las configuraciones predeterminadas que han de cumplir los instrumentos electrónicos. Los fabricantes de tarjetas de sonido han aceptado este prototipo. Su implantación ha disparado el uso de «secuenciadores» hasta convertirse en la pieza más importante de un estudio MIDI. Existen tanto en versión *hardware* como *software* pero tienen la misma función: grabar, editar o reproducir mensajes MIDI en tiempo real o diferido. Pues bien, el constante perfeccionamiento de los programas de secuenciación ha posibilitado que adquiera nuevas funciones: copiar, cortar y pegar, desplazar, modificar duración, transportar, cambiar velocidad, cuantizar, etc. Un programa ampliamente usado es el *Cubase*, y otro de fácil manejo para principiantes es *Estudio MIDI*.

c) Edición de partituras musicales

En esta función el ordenador se asimila a un procesador de textos que puede introducir, cortar, copiar y pegar notas, signos musicales, pasajes musicales que pueden ser guardados

en el disco duro del ordenador o en diferentes tipos de soportes. La mayoría de estos programas son también «editores de sonido» ya que admiten la posibilidad de que la pieza musical introducida en el ordenador pueda ser tocada ya sea usando la tarjeta de sonido del ordenador o a través de una cadena MIDI. También la podemos imprimir a través de la impresora. Existe una amplia gama de programas acomodados a las necesidades, intereses y posibilidades de los usuarios. Un programa de ordenador, de gama media, habitualmente usado y de fácil manejo es el *Encore*. *Cool Edit* es un programa que puede conseguirse gratuitamente como *shareware* a través de Internet con el que se puede copiar, grabar, editar y oír música.

d) Enseñanza de la música

La introducción del ordenador en el aula ha revolucionado el estudio de la música. Siempre se había reconocido que la mejor manera de aprender música es construyendo sonidos, reconstruyendo y tocando melodías, e incluso componiendo y programando música, en una palabra, explorando y experimentado libremente con los sonidos. La introducción del ordenador en el aula pretende alcanzar de manera efectiva esta aspiración. Se ha modificado la didáctica de este arte en la medida que transforma el aprendizaje pasivo en activo, es decir, no se reduce a escuchar sino también a poder tocar y componer música. En este aprendizaje activo nos podemos servir del ordenador en una doble modalidad: ayuda para el profesor o como sistema de autoaprendizaje individual que pueden llevar a cabo por su propia cuenta los alumnos (San José: 1998, 275-6; Martínez: 1996, 38). Los ordenadores constituyen una inestimable ayuda para el profesor que puede crear partituras y materiales didácticos así como ficheros MIDI de todo tipo adaptados a las necesidades de los alumnos. Estas estrategias constituyen un poderoso sistema de aprendizaje pero en manera alguna deben desembocar en la eliminación del profesor. «Las tecnologías de la información y la comunicación permitirán al profesor ajustar y adaptar el aprendizaje al *curriculum* y a las necesidades de cada alumno, de tal manera que cada uno siga su ritmo e itinerarios de aprendizaje; facilitados por los programas y la gran cantidad de información que el alumno podrá explorar, y luego plantear al profesor las preguntas que le sugiera. Así, el rol del profesor tendrá en el futuro un fuerte componente como facilitador del aprendizaje, de solución de problemas del mismo, y de dar respuesta a los interrogantes» (Aguadero: 1997, 87). En la segunda modalidad se usan diferentes técnicas para perfeccionar los métodos de enseñanza tradicional, pero todas ellas están encaminadas a alcanzar un doble objetivo: aprender los principios fundamentales y las categorías claves de la teoría musical o enseñar a tocar los instrumentos. En la dimensión teórica se usan los programas de ordenador tanto para educar el oído musical de los estudiantes: reconocimiento de las notas musicales, los intervalos, acordes, escalas, etc., como la teoría musical, la armonía, el contrapunto, análisis musical, etc. En la dimensión práctica se usan programas de ordenador, cada vez más sofisticados, para aprender a tocar diferentes instrumentos. El programa *The miracle teacher* no solamente enseña a tocar instrumentos sino que también indica las imprecisiones y los errores cometidos y orienta al alumno en las repeticiones que debe realizar.



e) Análisis de estructuras musicales

Si una pieza ya compuesta se puede introducir y guardar en la memoria de un ordenador, entonces cabe la posibilidad de que pueda ser analizada a través de técnicas computacionales. Fue pionero en el análisis de las piezas musicales el musicólogo H. Schenker. Propuso un método de análisis musical que consiste en prescindir de todos los elementos secundarios para quedarse con la melodía en la que se condensa tanto la estructura como la evolución de la pieza. Esta reducción de la complejidad de una obra musical ha permitido la creación de métodos de análisis que se pueden codificar e implementar como programas en un ordenador. Existen diferentes tipos de programas que realizan esta operación de análisis musical. El programa de ordenador *seek whence*, que sirve para encontrar regularidades en una secuencia de números, ha sido usado por Hofstadter para analizar el ritmo, la medida de una pieza e incluso para intentar descubrir lo que en teoría de la música se denomina *Urvlinien* o esencias de melodía. Con él se puede describir no solamente los caracteres fundamentales de una pieza musical sino también el estilo de un determinado compositor. Este, considerado como un todo, puede ser analizado y descrito en términos estadísticos a partir del uso preferencial que hace, con mayor o menor constancia, de determinados elementos y procedimientos musicales. Simonton ha usado técnicas de análisis por ordenador sobre diez compositores extremadamente sobresalientes para demostrar que un análisis estadístico de las cuatro primeras notas de un tema permiten identificar el estilo de un compositor. Más recientemente Hsü propone la por él denominada «caja de música fractal» que consiste en un modelo para descomponer piezas musicales en sus unidades compositivas y de esta manera poder obtener patrones que no solamente permitan entender las estructuras musicales sino también generar música nueva a partir de esos conocimientos.

f) Aplicaciones multimedia

Multimedia es un término difuso cuyo significado se empieza a estandarizar para designar la *conjunción* de la información digitalizada en una triple modalidad: texto, imagen y sonido. Comprende el procesado informático de textos, música, vídeo, gráficos, animación de imágenes, etc.. Constituye una concepción estética de carácter global y creativo que ha hecho posible la aparición de una nueva concepción del arte. Arte mestizo ha sido calificado por muchos teóricos de la estética constituyendo una estructura expresiva única. Pues bien, ya existen programas de ordenador en que producen imágenes que se completan con bandas sonoras y efectos de sonido, etc. *Pro Tools* es un programa de ordenador que permite conjuntar maravillosamente todas estas dimensiones. El ordenador también constituye el elemento central de una nueva versión de las aplicaciones Multimedia: la realidad virtual. *Cordis-Anima*, por ejemplo, es un lenguaje y un sistema creado en el centro de investigación Acroe que permite modelizar y simular objetos físicos considerándolos como pequeñas masas que se engarzan de maneras diferentes para construir objetos muy variados. De entre ellos destacan la creación de sonidos musicales, imágenes animadas y escenas a la vez visuales y sonoras (Cadoz: 1995, 59). Se trata de un mundo virtual que nos indica hacia donde camina el arte del futuro que integrará todas estas dimensiones.

«Una de las tendencias más innovadoras del arte virtual es el aprovechamiento del progreso de los algoritmos desarrollados en el terreno de la inteligencia artificial e incluso de los datos proporcionados por investigaciones más importantes y más recientes (algoritmos genéticos) para crear formas de 'cuasi vida' puramente simbólicas que pueden simular comportamientos colectivos, 'sociales', evolucionados. El artista puede desempeñar de algún modo el papel del demiurgo y crear «seres» de síntesis, capaces de evolucionar y de interactuar con el medio virtual, pero también con el mundo real» (Quéau: 1998, 46). En este contexto de investigación hay que situar una rama de la Informática musical que tiene como objetivo superar uno de los grandes límites que tienen los sistemas Multimedia y su prolongación en los Mundos virtuales: máquinas que se comunican *directamente* con los seres humanos. Las recientes investigaciones en Inteligencia Artificial están *encaminadas* a la creación de programas que no solamente reflejen sino que también despierten el mundo de los sentimientos. A pesar de los progresos realizados en las interfaces inteligentes, tanto gráficas como verbales, todavía se consideran avances rudimentarios e insuficientes. Por ello se investiga activamente en la creación del ordenador «afectivo» capaz de reconocer correctamente a través de las señales corporales sentimientos como el odio, la ira, la pena y la alegría. El perfeccionamiento de este tipo de programas ayudará a fijar de manera exacta qué aspectos musicales transmiten determinadas emociones (Picard: 1998, 129; Ambrojo: 1998, 34). En esta línea se está empezando a experimentar con «agentes emocionales», robots que interactúan con los seres humanos. Se parte del supuesto de que la música y la danza llevan un componente emocional que está muy lejos del carácter formal y frío de los ordenadores y de los productos multimedia. Por ello, y en plan experimental, se están construyendo «robots emocionales» que podrían ser empleados en diferentes campos: auditorios, teatros, museos, aerobics, terapia musical, etc. Se trata de sistemas *multimedia-multimodales* cuya apariencia humanoide y arquitectura inteligente les puede permitir interactuar directamente con los humanos. Esa arquitectura inteligente consta de tres tipos de computación: racional, emotiva y reactiva (Camurri *et alii*: 1998, 6).

g) Composición de obras musicales

El ordenador ha sustituido aquellas primitivas máquinas de producir música que aparecieron a principios del siglo XX y que tanta sensación causaron pero que eran muy rudimentarias y de difícil manejo. Es tal la perfección alcanzada con los computadores que hoy se pueden usar para componer de manera *automática* piezas musicales, es decir, sin la intervención directa del hombre. En este ámbito se han producido desde piezas banales hasta pequeñas pero auténticas obras de arte comparables en calidad e inspiración a la que producen los compositores. En la actualidad existen diferentes programas específicos que permiten la exploración de algunos métodos de composición automática aunque las obras producidas no hayan alcanzado el grado de perfección que exige su posterior comercialización. (Jordà: 1997, 233; Núñez: 1992, 180-81). Pues bien, el marco teórico en el que se han confeccionado estos programas para todo tipo de ordenadores es el de la Inteligencia Artificial.

Música e inteligencia artificial

La Inteligencia Artificial (IA) se puede describir como una ciencia que tiene como objetivo el diseño y construcción de máquinas capaces de imitar el comportamiento inteligente de las personas. Se trata de una *tecnología intelectual* cuya aspiración suprema es la construcción del *Homo Sapiens* sintético que pueda sustituir al hombre en todas aquellas tareas que requieren inteligencia y, en consecuencia, también en la tarea de componer música. En la actualidad se empiezan a construir máquinas con figura humanoide ya que si se desea que posean inteligencia como las personas, la mejor manera de «incorporar» esa facultad en los robots es facilitarles la posibilidad de interactuar con los humanos puesto que de ellos aprenderán muchas de sus actividades inteligentes. Es la denominada IA basada en el comportamiento que empieza a dar paso a la biocomputación. Pues bien, en el intento de construir programas y máquinas inteligentes se pueden distinguir tres grandes etapas y de cuyas ideas se han servido ingenieros y músicos profesionales para componer música por ordenador:

a) La cibernética

Constituye la prehistoria de la IA pero es su base y fundamento en la medida que en esta etapa se fijan los principios tanto técnicos como teóricos de esta rama del saber dedicada al tratamiento automático de la información. De una parte se perfecciona la arquitectura de los ordenadores digitales cuya estructura pervive hasta nuestros días, es decir, se siguen construyendo según la denominada «arquitectura von Neumann». En esencia constan de una Memoria en la que se almacenan los datos y las instrucciones, una Unidad Central de Proceso que ejecuta y controla las operaciones del sistema, y órganos de Entrada/Salida por medio de los cuales se recibe y también se proporcionan informaciones. De otra parte se establecen las categorías nucleares que le permiten alcanzar el rango ciencia: las ideas de la realimentación y de la información (Simon: 1988, 193). Decisiva para la música fue la categoría de información sobre la que se construyó una teoría matemática de la comunicación encaminada a describir cómo se puede transmitir veloz y eficazmente los mensajes. En este marco teórico es clave el «teorema de muestreo» demostrado por Shannon: sirvió de base teórica para fundamentar todos los procesos de registro, procesamiento y generación digital de sonidos. «La verdad matemática conocida por 'teorema del muestreo' enuncia que toda forma de onda integrada por una multitud de componentes de diversas frecuencias puede quedar cabalmente descrita mediante una sucesión de números que den el valor de amplitud de la forma de onda a un ritmo determinado por la anchura de banda de dicha forma de onda, es decir, por la gama de frecuencias que componen la ondulación (y que podemos expresar en *hertz*, o sea, ciclos por segundo)» (Mathew y Pierce: 1987, 84-85; Marven y Evers: 1996, 35). También fueron decisivas las contribuciones de Risset que en esta etapa de experimentación consiguió generar sonidos muy semejantes a los producidos por los instrumentos tradicionales. Constató que las descripciones habituales dadas en términos de composición espectral eran ampliamente insuficientes para sintetizar el sonido de los instrumentos. Del mismo modo que el blanco se compone de todos los colores del arco iris, el sonido se compone de la vibraciones elementales de frecuencias particulares

que se llaman «componentes espectrales». Se dio cuenta de que cuanto más fuerte es el sonido, más componentes espectrales agudos comporta. Si se respeta este supuesto se puede sintetizar correctamente el sonido de los instrumentos tradicionales (Cadoz: 1995, 53). La base teórica que potenció el desarrollo de estas aportaciones técnicas es una nueva visión de la naturaleza de la música. Esta se concibe como un ordenado desorden situado en alguna parte entre las más absoluta aleatoriedad y la más completa redundancia. Extraer orden del caos como decía Hiller. En efecto, se introducen redundancias en el material aleatorio para organizarlo en una estructura significativa y dotada de sentido. Su valor estético surge cuando el compositor es capaz de articular armónicamente las fluctuaciones del sonido que se pueden generar entre estos dos extremos.

Esta conjunción de técnica y ciencia hizo viable la creación de programas **específicos** a través de los cuales el músico construye algoritmos por medio de los cuales se pueden producir sonidos y composiciones que después se pueden guardar en la memoria del ordenador. La producción automática de música consistía en la elección de un **material inicial** con unas reglas de manipulación. La idea era clara y el proyecto ambicioso, pero siempre quedaba esta pregunta en el aire: ¿Podrá ser utilizado el ordenador para componer piezas musicales que tengan la misma o parecida calidad y valor expresivo que las que producen los músicos profesionales? Lo que parecía un sueño se empieza a tomar en serio cuando a principios de los años 60 M. Mathews consigue generar sonidos complejos a través del ordenador digital usando el programa *Music* en diferentes versiones que fue actualizando. Este ingeniero y músico también se preguntaba si con estos programas se podía afirmar que la computadora podía componer música. Y explicaba en qué sentido la respuesta podía ser afirmativa: «el resultado es una secuencia de sonidos que, en el orden de los detalles finos, no ha sido prevista por el compositor, aunque la estructura global del fragmento haya sido completa y precisamente especificada. Así, el compositor se ve a menudo sorprendido, y gratamente, por los detalles que dan concreción a sus ideas. Es solamente en esta medida que la computadora compone» (Citado por Hofstadter: 1987, 674). También cabe destacar la figura de P. Barbaud cuya máxima aspiración era la de construir un lenguaje musical que fuera entendido por el ordenador. Fundó el Grupo de Música Algorítmica y publicó un libro que ya es clásico en el campo de la Informática musical: *Iniciación a la composición automática*. De cualquier manera conviene saber que estos primeros intentos consistieron en componer música mediante procesos reiterativos que se repetían hasta que se consideraba que se había generado una pieza musical de cierto valor. Este funcionamiento paso a paso se puede ver claramente en el siguiente diagrama de flujo de ordenador propuesto por Hiller para componer música (1974, 129): (ver Gráfico 1).

En él se pueden apreciar los siguientes elementos:

- Un **generador** de números aleatorios cada uno de los cuales simboliza, por medio de una notación adecuada, una nota o un objeto sonoro. Se usan catorce números enteros aleatorios que simbolizan las catorce notas de dos octavas de Do mayor sin sostenidos ni bemoles.
- Un programa de **filtraje** en el que se analiza cada símbolo para verificar si satisface o no las reglas de composición de un determinado estilo musical que previamente ha sido codificado en el ordenador.

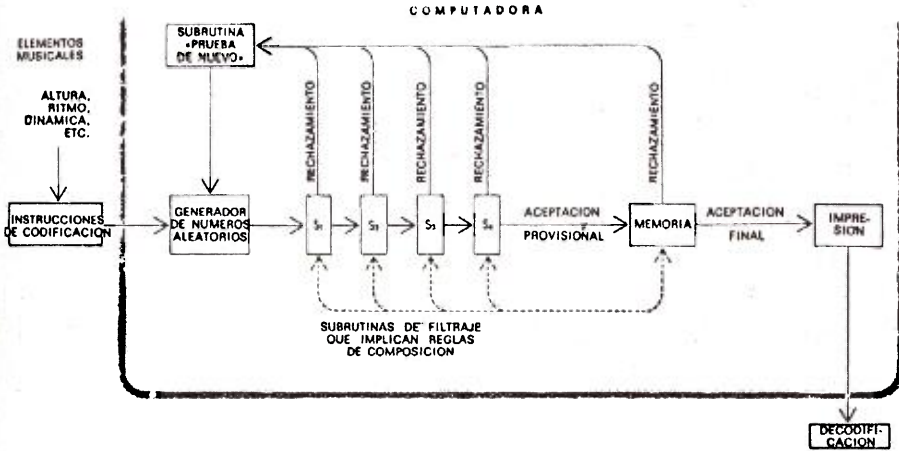


Gráfico 1

- Un dispositivo de *rechazo* o *aceptación* de cada una de las notas examinadas que funciona según los principios de la realimentación.
- Una *memoria* que archiva los símbolos seleccionados hasta que se ha completado la melodía.
- Un dispositivo que perforaba en cinta de papel la melodía apta para ser transcrita a la notación musical convencional.

La primera obra compuesta por medio de ordenador lleva por título *Push Button Bertha* y fue programada sobre un computador Datatron el año 1956. En ese mismo año Hiller e Isaacson componen la *Suite Illiac para cuarteto de cuerdas* que guarda cierto parecido y recuerda ciertos pasajes del *Primer cuarteto para cuerdas* de Bartok como se puede ver a continuación: (ver Gráfico 2).

Una ojeada sobre esta composición lleva inmediatamente a la siguiente pregunta:

¿En qué medida esta pieza compuesta por ordenador constituye una verdadera obra de arte? ¿en qué medida se puede asignar un papel creador al ordenador? Se deduce que las posibilidades son bastante limitadas y que a lo sumo se puede llegar a una relación interactiva entre el músico y el ordenador. Se reconocía abiertamente que los productos de esta etapa son débiles y difusos (Pierce: 1980, 259). Además el compositor necesitaba filtrar los resultados obtenidos para cambiar y mejorar el producto para que se pudiera asemejar lo más posible a su idea de lo que constituye una verdadera obra artística. En efecto, en esta etapa los programas usados para componer música por ordenador han sido de dos tipos y ambos de escasa potencia para generar música. Se trata de «música algorítmica» en la que por un procedimiento simple se puede resolver un problema a través de una serie de operaciones que deben ser repetidas *x* veces según un esquema previamente codificado. Los algoritmos eran de dos tipos: aleatorios y deterministas. En los primeros se usan programas en los que al lado de las reglas se activa automáticamente la función *random* que produce una serie de números que varían dentro de unos valores determinados. Este conjunto de

1) Trozo de la «Suite Illiac» compuesta por ordenador.



Gráfico 2

números aleatorios se pueden hacer corresponder los diferentes parámetros de la música. No supone ninguna novedad ya que se conocían procedimientos, por ejemplo, lanzando un dado de seis caras para componer una melodía pentatónica (el sexto es silencio). Y la creatividad musical se resolvía en la introducción de aleatoriedad. «El computador adquiere un papel creador introduciendo aleatoriedad o utilizando algoritmos matemáticos para controlar ciertos aspectos de la creación artística. Todo el control y dirección del proceso creador es definitivamente tarea del artista. De esta manera, se utiliza el computador como medio por el artista, pero las grandes facultades técnicas y posibilidades creadoras del computador dan como resultado una clase totalmente nueva de medio creador. Este es un medio activo con el que el artista puede interaccionar a un nuevo nivel, liberado de todos los demás medios anteriores. Las posibilidades artísticas de dicho medio creador como colaborador del artista son verdaderamente incitantes y provocativas» (Noll: 1970, 480). En los segundos se utilizan algoritmos que funcionan de manera automática, es decir, según unas reglas fijas hasta que se construye una pieza musical. Los lenguajes usados para construir programas que compongan música en estas dos variantes han sido fundamentalmente los «funcionales» en las que los datos y las instrucciones se escriben e implementan en forma de funciones como es el caso de LISP, y «procedimentales» en los que de una manera precisa y secuencial se ejecutan los algoritmos como es el caso de Pascal o del lenguaje C.

b) Informática avanzada

Constituye el culmen y la consagración definitiva de las ciencias de la Informática. Los programas algorítmicos de la etapa anterior eran incapaces de simular actividades que tuviesen cierto parecido con la actividad inteligente de las personas y por supuesto era totalmente imposible implementar en los ordenadores programas que guardasen cierta analogía con la complejidad creativa humana. Es más: en aquella época se pensaba que la creatividad humana era algo propio y específico de los seres humanos y por tanto totalmente imposible de implementar en programas de ordenador. Incredulidad e indignación

generaba la afirmación de que los ordenadores poseían conciencia creativa. Un avance teórico que empieza a limar muchos de estos obstáculos lo constituye la definición de la capacidad simbólica del ser humano como un conjunto de símbolos, estructuras de símbolos y reglas para manejarlos. Ello permitió la construcción de programas que simulaban de una manera más eficaz la inteligencia humana. «La complejidad de las máquinas (computadores digitales realizando complejos programas de IA) que utilizan como instrumentos y como ejemplo de sus metáforas es inmensamente mayor –y significativamente más rica– que la de cualquier máquina anterior.... Incluso la metáfora cibernética del misil dirigido no es adecuada para orientar la exploración teórica de la naturaleza computacional del pensamiento, aunque está más cerca del comportamiento auténticamente deliberado que las metáforas mecanicistas anteriores. Sin embargo, con la llegada de máquinas que almacenan, transforman y utilizan modelos complejos y sutilmente estructurados de su mundo, el psicólogo cuenta con una metáfora para la mente que le hace mucho más justicia que cualquiera utilizada hasta ahora» (Boden: 1982, 158). Por otra parte se empieza a superar la desconfianza respecto de la posibilidad de implementar la creatividad en un ordenador cuando al analizar el proceso creativo reconocemos que existe algún tipo de «programa» en la realización de la obra artística y que es susceptible de mecanización (Hofstadter: 1990, 75). La aceptación de estos dos supuestos hace posible el amplio desarrollo de la Inteligencia Artificial en la que se han definido innumerables heurísticas por las cuales las tareas inmanejables han sido transformadas en otras más factibles. En ella podemos distinguir dos grandes campos de investigación: Ciencias Cognitivas y Sistemas Basados en el Conocimiento.

Las Ciencias cognitivas se orientan al estudio de la estructura de la mente humana cuyo funcionamiento se concibe como una computación sobre símbolos. El conocimiento del aparato cognitivo del ser humano puede contribuir decisivamente a explicar tanto el modo como se generan las estructuras musicales así como la forma de las capacidades mentales que posee el hombre para reconocer y valorar esas estructuras musicales. La cognición musical se considera una parte esencial de las «ciencias cognitivas». En esta rama del saber se ve la música como una subdisciplina que tiene como objeto de investigación el estudio de las intuiciones de los oyentes sobre las estructura de la música, es decir, de las representaciones mentales que hacen posible tanto la audición como la creación de la música. Pues bien, en esta etapa el estudio de la capacidad musical de la mente humana se ha acometido fundamentalmente desde dos modelos diferentes que tienen como categorías nucleares respectivamente el *lenguaje* y el *pensamiento*. Veamos cada uno de ellos.

El modelo lingüístico usado para acercarse a la comprensión de la mente humana y desde él al estudio de la capacidad musical se basa en una teoría de la competencia lingüística que propuso Chomsky y cuyo objetivo máximo es y sigue siendo la elaboración de una gramática generativa que dé cuenta de los fenómenos de las lenguas particulares y pueda explicar cómo surge el conocimiento de esos hechos en la mente del hablante (Chomsky: 1998, 12; Serafine: 1983, 143). De él se sirvieron Lindblom y Sundberg para construir un sistema de reglas tonales que es capaz de simular diferentes estilos musicales. Analizaron la estructura musical de varias melodías populares suecas y construyeron una gramática

generativa musical que consta de dos grupos de reglas: uno para la tonalidad y la melodía y el otro para el metro (1975, 115). En ella se basaron para componer por ordenador melodías que suenan de una manera semejante a las verdaderas melodías:

2) Melodías populares suecas generadas por ordenador.

Op. 1

The image shows three staves of musical notation for a piece labeled 'Op. 1'. Each staff contains a sequence of notes, and below each staff is a corresponding sequence of letters: T, D, S, S, D, T, D, S, D, T for the first staff; T, T, S, D, T, T, T, S, D, D, T for the second staff; and T, D, T, D, T, T, D, T, D, T for the third staff. The letters appear to be a form of musical shorthand or a code related to the notes above them.

Gráfico 3

Estas investigaciones en el campo de la lingüística musical abrieron una serie de interrogantes sobre la capacidad musical de las personas: «¿Qué clase de información mental debe ser capaz de construir, procesar y almacenar una persona a fin de poner de manifiesto destrezas musicales corrientes...? En particular: ¿qué capacidad mental hace falta además de la de percibir y conservar una sucesión de notas? ¿Qué organización más profunda ha de imponer el oyente, para que una secuencia de notas se convierta en una pieza musical? Y puesto que el conocimiento depende de la cultura: ¿Qué significa conocer o tener experiencia de un idioma musical, a diferencia de conocer una pieza musical concreta? Y más allá de las diferencias culturales: ¿Hay una capacidad innata para la música, como la hay para el lenguaje, que permita a los oyentes construir para sí mismos los principios de un idioma musical a partir de una exposición suficiente? ¿O son los principios de la música simplemente un subconjunto de principios más generales de la memoria asociativa?» (Jackendoff: 1987, 213-14). Para responder a estos interrogantes Lerdhal y Jackendoff formularon una teoría sobre la comprensión que un oyente experimentado tiene de la estructura musical. Parten del supuesto teórico de que la estructura de la gramática de un idioma musical se compone de una dimensión «innata» que denominan gramática musical universal y consta de una parte debida a las propiedades de la mente computacional específicas de la música+ propiedades generales de la mente computacional, y una dimensión «aprendida» que refiere a los elementos específicos de un idioma. Se trata de una teoría generativa de la música tonal de Occidente pero que aspira a tener validez universal. Se resuelve en un conjunto de reglas que describen las estructuras musicales abstractas que el oyente tiene a su disposición y los principios por los que las estructuras apropiadas se corresponden con cualquier pieza dada en el idioma. Estos autores consideran que los elementos sobre los que se construye la música son la colección de tonos que, aun siendo universal, cada

cultura combina de una manera propia y específica. Por ello se considera un sistema básico de relaciones que hace posible la existencia de cinco niveles de representación mental para la música: superficie musical, estructura de agrupamiento, estructura métrica, reducción de lapso de tiempo, y reducción de la prolongación. No genera piezas de música pero ha sido fértil en la medida que ha mostrado la existencia de un sistema completamente inconsciente cuya complejidad formidable es responsable de la peculiar naturaleza de la comprensión musical.

Hay un segundo momento en las Ciencias cognitivas que se considera mucho más radical e importante que el lenguaje, la capacidad mental para realizar inferencias: toda comunicación humana, sea lingüística o no, se realiza por inferencias, es decir, se basa en la capacidad de pensar. El pensamiento –también denominado razón o inteligencia– se puede definir como aquella capacidad de la mente humana por medio de la cual captamos y comprendemos de una manera *intencional* la realidad. Se trata de una definición metafísica que en la Psicología computacional ha sido sustituida por una descripción más operativa: capacidad de crear y de solucionar problemas. La esencia de la inteligencia, tanto natural como artificial, estriba en encontrar procedimientos que, limitando la búsqueda de soluciones, resuelvan problemas que de otra forma serían intratables (Lenat: 1984, 140). Desde un punto de vista operativo se considera que para la solución de problemas es realmente eficiente la exploración de un espacio de estados en el que a través de una búsqueda sistemática y a ser posible informada se encuentre una solución. El problema que se plantea en el campo de la cognición musical es la construcción de modelos que den cuenta de cómo una persona corriente comprenda una melodía o un compositor crea una pieza musical (Gardner: 1993, 386). Se considera que estos modelos deben tener dos elementos esenciales: a) un conjunto de representaciones mentales abstractas, y b) unas reglas de composición y creación musical. El primer elemento refiere a que los datos necesarios y una manera adecuada de implementarlos en un ordenador es a través de «esquemas». El plan de acción se puede modelizar como un espacio de búsqueda en el que a través de reglas heurísticas pertinentes se simule el ejercicio de los mecanismos humanos de la capacidad musical. «La música occidental surge de un espacio de búsqueda definido por las reglas de la armonía y sus melodías son camino a través de un paisaje precisamente cartografiable de intervalos musicales. También hay reglas acerca del tempo musical, el cual define una métrica en el espacio de búsqueda. Una melodía aceptable (una serie de notas que es reconocible como una melodía) debe satisfacer ambos conjuntos de reglas, quizá con algún pliegue en los márgenes» (Boden: 1994, 115-6; Longuet-Higgins: 1987, 23).

No han resultado estériles estas investigaciones teóricas sobre la cognición musical puesto que se han usado para implementar en los «sistemas basados en el conocimiento» datos y reglas específicas para componer música, es decir, programas específicamente destinados a producir música. Uno de los campos que despertó el interés en el campo de la IA fue la improvisación musical que se consideraba una habilidad relevante de los compositores y muy cercana a la creatividad. Para modelizarlo ha sido fructífero suponer que la improvisación se puede representar a través de dos elementos muy diferentes: primero, una memoria a largo plazo para un conjunto de estructuras básicas, y segundo, un conjunto de

principios que subyacen a la capacidad de improvisar. En estos supuestos teóricos se basó Johnson-Laird (1988, 210) para modelizar el estilo de improvisación de los músicos de *jazz*. Para ello creó programas de ordenador que generan piezas musicales. Tienen una estructura multifase y puesto que la mayor parte de la música tonal está basada en secuencias de acorde se comienza generando acordes y efectuando transiciones de un estado a otro. En la primera fase existen una serie de reglas que generan acordes; la segunda fase usa reglas que son sensibles al contexto e intercalan acordes en una secuencia subyacente; la tercera fase usa reglas que sustituyen un acorde por otro. El programa funciona como un dispositivo de estados finitos y es psicológicamente plausible porque capacitaría a un músico para improvisar melodías que primeramente se resuelve en una secuencia de acordes pero que luego se complica y se perfecciona hasta producir melodías complejas (Johnson-Laird: 1993, 262).

Estos programas de ordenador han resultados efectivos cuando simulan estilos musicales suficientemente conocidos pero han resultado de escaso valor cuando se intentó simular estilos más complejos y menos conocidos. Una nueva forma de programación de tipo declarativo vino a remediar muchas de estas carencias. Se trata de los Sistemas Expertos. Enlazando con la definición de IA propuesta por Turing los podemos describir como unos programas de ordenador cuya manera de funcionar en nada difiere del que tendría una persona experta al resolver un problema en un dominio específico para el que se ha requerido su ayuda. De una manera más rigurosa podemos definir un *Sistema experto* como un programa para ordenador que es capaz de adquirir, razonar y explicar esos razonamientos basándose en conocimientos especializados que ha introducido un ingeniero del conocimiento en un ordenador. Se puede dividir los componentes de un experto artificial en tres subsistemas: base de conocimientos, motor de inferencias e interfase (adquisición de conocimiento, explicación y conexión con usuario). Los primeros S.E. se basaban en una computación rígida pero que está siendo perfeccionada en la actualidad con los conocimientos que proporcionan las redes neuronales y la lógica difusa. (Trillas: 1998a, 73; Cazorla *et alii*: 1998, 183). Se pretende representar y procesar las información de una manera vaga, mucho más cercana al razonamiento del sentido común que el que modeliza la representación y razonamiento clásicos. Se están desarrollando Sistemas Expertos que serían capaces de transformar, aceptar y procesar conocimientos de una manera difusa. En la base de conocimientos de un Sistema experto se almacenaría *datos* sobre las notas musicales, duraciones, instrumentos, así como reglas de la armonía, contrapunto, etc., e incluso propiedades que simulan el estilo de un compositor. Se han usado los Sistemas Expertos en una doble modalidad: interacción y composición. En la primera el compositor utiliza un Sistema Experto de forma interactiva puesto que el programa genera motivos que éste rechaza, acepta, ensambla hasta producir una pieza definitiva. En la composición el Sistema Experto genera por sí sólo la pieza musical activando y aplicando los datos y las reglas que han sido introducidos en la base de conocimientos. En ambas modalidades se han conseguido resultados bastante simples pero sumamente satisfactorios. Una ayuda inestimable para perfeccionar ambas modalidades lo constituye el modelado de interpretaciones expresivas. Esto se puede ver en *Saxex* un sistema de razonamiento basado en casos (CBR) que es

capaz de generar melodías expresivas basándose en ejemplos de realizaciones humanas (Arco, Mantaras y Serra: 1997, Ambrojo: 1998, 34). En este sistema para resolver problemas y aprender podemos distinguir tres elementos esenciales:

1. Casos: Para generarlos se usa el SMS (*Spectral Modeling System*) que permite extraer de sonidos reales parámetros de alto nivel, su transformación y producir una síntesis modificada. Piezas de jazz sintetizadas son los casos de los que se sirve *Saxex* para generar una pieza musical.

2. Modelo computacional del conocimiento musical. Lleva incorporada una teoría sobre la percepción y el conocimiento musical que se basa en el modelo de implicación/realización propuesto por Narmour y la teoría de la gramática generativa tonal de Lerdhal y Jackendoff.

3. Métodos para resolver el problema que se descompone en tres tareas:

- Recuperación del conjunto de notas para solucionar el problema. Se descompone en tres sub-tareas: identificación, búsqueda y selección.
- Elección del conjunto de transformaciones expresivas que deben ser aplicadas.
- Incorporación automática en la memoria del problema resuelto que a su vez sirve para nuevas realizaciones.

c) La biocomputación

El análisis de estos productos pone de manifiesto los límites de la aplicación de los Sistemas Expertos al campo de la composición automática de piezas musicales. Aunque se han producido avances espectaculares en el campo de la IA –programas para jugar al ajedrez–, en música no se ha investigado lo suficiente de cara a la mejora de programas de composición musical y además ha faltado el apoyo financiero, quizás por la falta de viabilidad comercial. Es cierto que se tiene muchas esperanzas en el resultado de estas investigaciones, pero todavía sigue siendo válida la afirmación de Stockhausen: «En muchas mentes carentes de creatividad se va forjando la idea de que se puede componer automáticamente utilizando tan solo el ordenador. Se aprietan un par de botones y ya está, el monstruo te realiza la obra mientras te tomas un café. Además, el extraño resultado del aparato se considera, como mínimo, interesante. Ya no cuenta el estar en sintonía con el bagaje de sentimientos» (En Tannenbaum: 1985, 23). En efecto, uno de los elementos esenciales de la música es su capacidad para despertar los sentimientos, para provocar en el oyente ricas y variadas emociones. Pues bien, si los programas no son capaces de experimentar emociones como las nuestras no habrá manera de conseguir que un programa componga nada dotado de belleza y valor expresivo. Para ello «tendría que comprender el gozo y la soledad de una fría noche ventosa, la necesidad de una caricia, la inaccesibilidad de una población distante, el desgarramiento y el consuelo tras la muerte de un ser humano. Tendría que conocer la resignación y el hastío de la vida, el dolor y la desesperación, la determinación y la victoria, la devoción y el temor reverencial. Tendría que haber experimentado la mezcla de los elementos opuestos como la esperanza y el miedo, la angustia y el regocijo, la serenidad y la ansiedad. E integrado todo ello como la carne al hueso tendría que tener sentido de la gracia, del humor, del ritmo, y un sentido de lo imprevisto, además, por supuesto, de una

exquisita conciencia de la magia de la creación pura. Aquí, y solamente aquí, se encuentran las fuentes de la significación musical» (Hofstadter: 1987, 753-4). Pues bien, un paso teórico decisivo en el desvelamiento de la capacidad musical de la mente humana de cara a su implementación en robots es la introducción de un modelo de interpretación basado en la categoría de «conciencia».

El marco de referencia de este nuevo enfoque es el de las Ciencias de la complejidad en las que se ha empezado a aceptar la noción de «sistema complejo adaptativo» que adquiere información acerca tanto de su entorno como de la interacción entre el propio sistema y dicho entorno, condensándolas en una especie de «esquema» o modelo y actuando en el mundo real sobre la base de ese esquema (Gell-Mann: 1995, 35). Se distinguen tres tipos de sistemas adaptativos: biológico, psicológico y sociocultural. Cada uno de ellos puede ser visto como un sistema dinámico autorregulado que tiende a satisfacer sus propias necesidades. Está orientado a la consecución de unas determinadas metas que debe lograr en un medio complejo. Lo más característico de los sistemas psíquicos es la posesión de «conciencia» ya que les permite transformar la mera adaptación en *independencia* frente al medio. Hoy la noción de conciencia ocupa un lugar privilegiado en las ciencias cognitivas en la medida que el estudio de la mente humana se empieza a articular en torno a esta categoría. Y por supuesto el estudio de la creación y audición musical. No se niega la necesidad de representaciones mentales encadenadas por un programa previamente establecido como propone el enfoque simbólico de la IA; ni se niega, como sugiere el neoconexionismo, la necesidad de tener en cuenta las bases anatómico funcionales y en especial la activación del cerebro izquierdo que opera de una manera holística e intuitiva. Sin embargo, la idea innovadora se adoptaría y brotaría en el pensamiento «consciente». Un supuesto básico de esta recuperación es la afirmación de que la conciencia es graduada, es decir, que se pueden establecer diferentes niveles en torno al modo como funciona nuestra conciencia. El nivel de conciencia se puede definir como el grado de concentración, claridad y energía con el que vivimos cada instante de nuestra vida. El grado supremo de conciencia lo constituye la «conciencia germinal» esencia de la música. Más allá de las bases fisiológicas que posibilitan la percepción del sonido la conciencia es el descodificador de las vibraciones, su intérprete y filtro de tal manera que lo que no responde a su ley es desechado como ruido (Díez: 1998, 518). Y más allá de la configuración de los sonidos sería la conciencia creadora el fundamento de composición musical. Ambas dimensiones las ha subrayado Stockhausen: «El hombre que hace música aporta su personalidad propia al interior del material sonoro. Cuanto más elevado es su nivel de conciencia, más reflejará su música lo que piensa y siente... Es la manifestación de la personalidad creadora, del yo creador. Se realiza el experimento vivo del yo creador; no se trata sólo del resultado, de las cosas. Lo que hoy en día es decisivo es que el creador se comunica con una fuerza inspiradora, a fin de que otros espíritus utilicen de otro modo sus facultades intuitivas, se vuelvan creadores y no se limiten a la contemplación de simples objetos» (Stockhausen: 1974, 14-33). De cualquier manera esta visión romántica debe ser matizada. En efecto, esta capacidad humana no se resuelve en pura creatividad sino que está sujeta a unas exigencias universales que provienen de la naturaleza física del sonido y de la estructura biopsíquica del ser humano (Meyer:

1989, 9). La percepción, el conocimiento y la práctica de la música que esta facultad proporciona a los seres humanos tiene un carácter universal. Ello no significa que existan «universales musicales» sino de exigencias universales que provienen de la naturaleza física del sonido y de la estructura biopsicológica del ser humano. De acuerdo con este presupuesto teórico sostiene que la práctica musical está conformada pero también constreñida por dos tipos de «universales»: a) innatos que tienen su base en la estructura biopsíquica del ser humano y condicionan los modos de captar y configurar los «universales» acústicos del mundo físico, y b) principios que rigen la percepción y la cognición de patrones musicales que se van adquiriendo a lo largo de la evolución cultural; están posibilitados por la ausencia de constreñimientos biológicos innatos que han exigido la aparición de las culturas y son límites que condicionan las elecciones efectivas y favorables que puede hacer el ser humano dentro de una determinada cultura. (Meyer: 1998, 26).

El reconocimiento de estos límites constituye un requisito necesario para hacer viable un objetivo que hoy por hoy aparece como una aspiración de ciencia ficción: crear especies inteligentes que sean capaces de generar su propia música. En efecto, las investigaciones recientes en IA están enfocadas a la construcción de máquinas que sean capaces de organizar sus propias mentes e incluso enseñarles a fabricar copias de sí mismos. Para ello deberán poseer algún grado de conciencia «Por descontado, se piensa que el problema más arduo será el de la conciencia; pero se parte de la suposición de que tanto ella como el pensamiento surgen del proceso de interactuar con el mundo, por lo menos en cierto grado... Se cree que la mejor forma de avanzar consiste en imitar la evolución de la mente de los animales con sistemas nerviosos de complicación creciente; y el hecho de que los animales partieran de sistemas nerviosos reducidos permite tener confianza en el proceso» (Trillas: 1998b, 164). La base técnica de este proyecto conecta directamente con los modelos Turing sobre la morfogénesis y la consiguiente posibilidad de autoengendramiento, los autómatas de von Neumann, aparece como una de las aspiraciones de la IA de nuestros días pero se ve como un camino erizado de grandes dificultades. Entramos en el campo más novedoso de la IA pero todavía en fase experimental: la biocomputación, también denominada «Biónica». Su viabilidad depende del uso fructífero que hagamos de las tres grandes revoluciones científicas de nuestra época. De la teoría cuántica que nos proporcionaría transistores cuánticos microscópicos más pequeños que una neurona. De las posibilidades de la informática neurocomputacional que permitiría simular/construir redes neuronales tan potentes como las que se encuentran en el cerebro. Y finalmente los avances de la Biotecnología que haría factible la sustitución de las redes neuronales de nuestro cerebro por redes sintéticas (Kaku: 1998, 155). El punto de partida sería el desarrollo de una delgada película proteínica en las que se podrían desarrollar actividades de tipo computacional tanto de tipo analógico como digital. De esta manera se podrían construir bio-chips. Es la manera de introducir la ingeniería genética en el campo de las ciencias de la computación, objetivo que no está en contradicción con los conocimientos que proporciona la teoría general de la evolución. Se han dado los primeros pasos con la construcción de moléculas capaces de reproducirse y la experimentación sobre complejos moleculares «inteligentes» que se pueden programar para que se ensamblen a sí mismos según estructuras predeterminadas de

complejidad arbitraria (Adleman: 1998, 28) Efectivamente, de la misma manera que los genes biológicos han producido a lo largo de la evolución biocultural diferentes tipos de ordenadores biológicos, de esa misma manera lo podría hacer la ciencia humana, incluso de un modo más perfecto. En esta línea hay que situar el intento de construcción de un algoritmo genético como primer paso para la creación de programas genéticos aptos para la solución de problemas que hoy por hoy son inaccesibles a la mente del hombre. Los seres vivos naturales serán el punto de referencia para diseñar y construir sistemas artificiales que muestren comportamientos semejantes. La categoría clave que articula esta investigación es el concepto de *autómata celular* entendido como un conjunto de unidades elementales que interactúan dinámicamente con otras unidades elementales, trabajan de forma paralela, se relacionan con otros autómatas según una reglas comunes para enviar y recibir información y muestran propiedades emergentes. Tales investigaciones se han aplicado al campo de la música. De cualquier manera conviene saber que las piezas musicales producidas según este enfoque son bastante pobres aunque también se intuye la enorme potencialidad que pueden tener estas investigaciones como puede deducirse del siguiente ejemplo (Núñez: 1993, 174):

3) Funcionamiento de un autómata celular traducido a música.

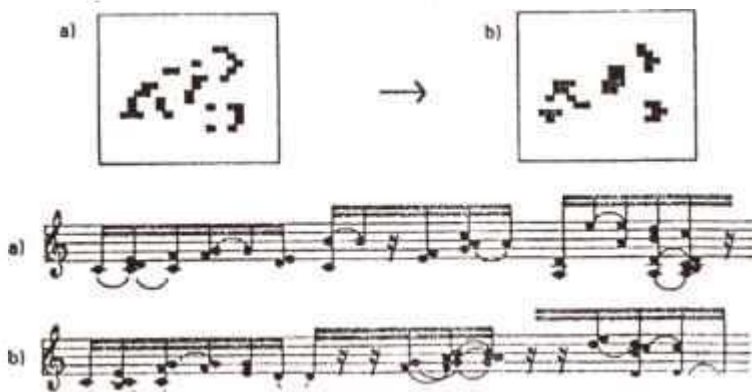


Gráfico 4

El reto sigue estando en encontrar las reglas y la forma más adecuada de que los programas de la IA produzcan resultados más satisfactorios. Por ejemplo, los conocimientos que aporta la «teoría del caos» ha posibilitado la creación de programas de ordenador con los que se puede ejecutar música en tiempo real. Sin embargo, las aportaciones de la IA para componer música de manera automática son bastante limitadas. Los programas de IA para la composición, resultan interesantes a un nivel experimental pero no han producido obras que se puedan introducir en la industria musical para consumo de masas. Es más, no existen indicios para pensar que en un futuro inmediato se creen máquinas inteligentes capaces de componer música por sí solas. De ahí que exista un generalizado escepticismo

sobre la posibilidad de elaborar programas de ordenador que sean capaces componer música de manera automática, es decir, sin la intervención del hombre. Y también una forma sutil de oposición y rechazo que consiste en afirmar que ello constituiría una deshumanización del arte. Pero debemos recordar que la música no solo es arte y artesanía sino también ciencia. Y que de la misma manera que la ciencia de la IA ha producido avances espectaculares en campos concretos para los que se han desarrollado estrategias adecuadas, también se podrían producir avances significativos en el campo de la música.

Bibliografía

- ADELL, J.E., *La música en la era digital*. Lleida, Milenio, 1998.
- ADLEMAN, L.M., «Computación con ADN», *Investigación y Ciencia*, 265, (1998).
- ADORNO, Th. W., *Impromptus*. Barcelona, Laia, 1985.
- AGUADERO, F., *La sociedad de la información*. Madrid, Acento, 1998.
- ÁLVAREZ MUNÁRRIZ, L., *Antropología teórica*. Barcelona/Murcia, PPU, 1990.
- ÁLVAREZ MUNÁRRIZ, L., *Fundamentos de Inteligencia Artificial*. Murcia, Universidad de Murcia, 1994.
- ÁLVAREZ MUNÁRRIZ, L., «Antropología biocultural», en LISÓN, C. (Edit.), *Antropología: horizontes teóricos*, Comares, (Granada, 1998).
- AMBROJO, J.C., «La inteligencia artificial da emoción a la música», *PC World*, (1998).
- APPLETON, J.H., «Electroacústica», en RANDAL, D. (Edit.), *Diccionario Harvard de Música*, Alianza, (Madrid, 1997).
- ARACIL, A., *Juego y artefacto*. Madrid, Cátedra, 1998.
- ARCOS, J.L., LÓPEZ DE MANTARAS, R. y SERRA, X., «Saxex: a Case-Based Reasoning System for Generating Expressive Musical Performances», *Proceedings of the International Computer Music Conference*, (1997).
- ATTALI, J., *Ruidos. Ensayos sobre la economía política de los signos*. Madrid, Siglo XXI, 1995.
- BATEMAN, W., *Introduction to computer music*. New York, Wiley, 1980.
- BATTRO, A. y DENHAM, P.J., *La educación digital*. Buenos Aires, Emece, 1997.
- BELEW, R. y BOOKER, L. (Edits.), *Genetic Algorithms: Proceeding of the fourth international Conference*. Palo Alto, Morgan Kaufmann, 1991.
- BENNET, R., *Investigando los estilos musicales*. Madrid, Akal, 1998.
- BERENGUER, J., *Introducción a la música electroacústica*. Valencia, F. Torres, 1974.
- BLACKING, J., *How musical is man?* Seattle, Washington University Press, 1973.
- BODEN, M., *La mente creativa*. Barcelona, Gedisa, 1994.
- BODEN, M., «La metáfora computacional en Psicología», en BOLTON, N. (Edit.), *Problemas filosóficos en Psicología*, Alhambra, (Madrid, 1982).
- BOURDIEU, P., *La distinción. Criterios y bases sociales del gusto*. Madrid, Taurus, 1988.
- BOULEZ, P., *Puntos de referencia*. Barcelona, Gedisa, 1996.
- BOULEZ, P. y GERZSO, A., «Música por ordenador», *Investigación y ciencia*, 141, (1988).
- BOWEN, J., *Cómo convertirse en un músico informático*. Madrid, Anaya, 1995.

- CADOZ, C., *Las realidades virtuales*. Madrid, Debate, 1995.
- CAMURRI, A., «Network models for motor control and Music», en MORASSO, P. y SANGUINETI, V. (Eds.), *Self-Organization, Computational Maps and Motor Control*, Elsevier Science, (1997).
- CAMURRI, A. *et alii*, «An Architecture for Multimodal Environment Agents», *Esprit Project*, Università di Genova, (1998).
- CARREIRA, X.M., «La creación musical contemporánea», *Enciclopedia Salvat, Los grandes temas de la música*, Vol. 3, (Pamplona, 1985).
- CARVALHO, J.J., «Estéticas de la opacidad. Música, mito y ritual en el culto shangó y en la tradición erudita occidental», *Antropología*, 15-16, (1998).
- CAZORLA, M.A. *et alii*, *Laboratorio de Inteligencia Artificial*. Alicante, Universidad de Alicante, 1998.
- CHARNASSE, H., «Las técnicas informáticas», en CHAILLEY, J. (Edit.), *Compendio de Musicología*, Alianza, (Madrid, 1991).
- CHION, M., *Musiques, médias et technologies*. Paris, Flammarion, 1994.
- *Le son*. Paris, Nathan, 1998.
- CHOMSKY, N., *El programa minimalista*. Madrid, Alianza, 1998.
- COPLAN, D., «Músicas», *Revista Internacional Ciencias Sociales*, 154, (1997).
- COPLAND, A., *¿Cómo escuchar música?* México, F.C.E., 1994.
- DESCHAUSSEES, M., *El intérprete y la música*. Madrid, Rialp, 1991.
- DÍEZ, F., «Música y espiritualidad o energía y consciencia», en GROF, S. *et alii*, *La conciencia transpersonal*, Kairós, (Barcelona, 1998).
- ECO, U., *Definición del Arte*. Barcelona, Martínez Roca, 1970.
- «La música y la máquina», en *Apocalípticos e integrados*, Fábula, (Barcelona, 1995).
- EYERMAN, R., «La praxis cultural de los movimientos sociales», en IBARRA, P. y TEJERINA, B. (Edits.), *Los movimientos sociales*, Trotta, (Madrid, 1998).
- FABIAN, J., *Power and performance*. Madison, University of Wisconsin Press, 1990.
- FELD, S., «Linguistics and Ethnomusicology», *Ethnomusicology*, 2, (1974).
- FISCHERMAN, D., *La música del siglo XX*. Barcelona, Paidós, 1998.
- FOERSTER, H. von y BEAUCHAMP, J. (Edts.), *Music by computers*. New York, Wiley, 1969.
- FUBINI, E., *La estética musical desde la antigüedad hasta el siglo XX*. Madrid, Alianza, 1988.
- *Música y lenguaje en la estética contemporánea*. Madrid, Alianza, 1994.
- «Nature et histoire dans la langue musical», *Philosophie*, 59, (1998).
- GARDNER, H., *Arte, mente y cerebro. Una aproximación cognitiva a la creatividad*. Barcelona, Paidós, 1993.
- GAYA, R., *Naturalidad del arte*. Valencia, Pre-Textos, 1996.
- GEERTZ, C., *The interpretation of Cultures*. New York, Basic Books, 1973.
- GEERTZ, C., *Conocimiento local*. Barcelona, Paidós, 1994.
- GELL-MANN, M., *El quark y el jaguar*. Barcelona, Tusquets, 1995.
- GONZÁLEZ ALCANTUD, J.A., «Domesticar el ruido, producir la música. Grupos rituales y percusión», *Música oral del Sur*, 1, (1995).

- GOODMAN, N., *Los lenguajes del arte*. Madrid, Visor, 1978.
- GOODMAN, N., *De la mente y otras materias*. Madrid, Visor, 1995.
- GUINOVAR, C., «Elementos instrumentales de la música actual», *Enciclopedia Salvat, Los grandes temas de la música*, Vol. 3, (Pamplona, 1985).
- HALFFTER, C., Entrevista en «Visiones del milenio», *El País*, (09-08-1998).
- HARGREAVES, D.J., *Música y desarrollo psicológico*. Barcelona, Grao, 1998.
- HARWOOD, D.L., «Universals in music: a perspective from cognitive psychology», *Ethnomusicology*, 20, (1976).
- HAUS, G. (Edit.), *Music processing*. New York, A-R, 1993.
- HERZFELD, *La música del siglo XX*. Barcelona, Labor, 1984.
- HILLER, L.A. y ISAACSON, L., *Experimental music*. New York, McGraw-Hill, 1959.
- HILLER, L.A., «Música y computadoras», en FENICHEL, R.R. y WEIZENBAUM, J., *Computadoras y computación*, Blume, (Barcelona, 1974).
- HOFSTADTER, D.R., *Gödel, Escher, Bach: un eterno y gracil bucle*. Barcelona, Tusquets, 1987.
- HOFSTADTER, D.R., «Analogía con fluidos y creatividad humana», en WAGENSBERG, J. (Edit.), *Sobre la imaginación científica*, Tusquets, (Barcelona, 1990).
- HONOLKA, K., «El siglo XX», en HONOLKA, K. et alii, *Historia de la música*, Edaf, (Madrid, 1998).
- IBARRETXE, G., «Tras la narrativización de la música», *biTarte*, 2, (1994).
- «Tropos, sinestesia y música», *Música oral del Sur*, 3, (1998).
- INOSE, H. y PIERCE, J.R., *Tecnología de la información y civilización*. Barcelona, Labor, 1985.
- JACKENDOFF, R., *Consciousness and the computational mind*. Cambridge, MIT Press, 1987.
- JOHNSON-LAIRD, Ph. N., «Freedom and constraint in creativity», en STERNBERG, R.J. (Comp.), *The nature of creativity: Contemporary psychological perspectives*, Cambridge University Press, (Cambridge, 1988).
- *The computer and the mind*. London, Fontana Press, 1993.
- JORDÀ, S., *Audio digital y MIDI*. Madrid, Anaya, 1997.
- JORDÀ, S. y AGUILAR, T., «FMOL: a graphical and net oriented approach to interactive sonic composition and real-time synthesis for low cost computer systems», *Proceedings of the 98 Digital Audio Effects Workshop*, (1998).
- KAKU, M., *Visiones*. Debate, Madrid, 1998.
- LANGER, S.K., *Philosophy in a new key. A study in the symbolism of reason, rite, and art*. New York, Mentor Boook, 1948.
- *Los problemas del arte*. Buenos Aires, Infinito, 1966.
- LARUE, J., *Análisis del estilo musical*. Cooper City, SpanPress, 1998.
- LENAT, D.B., «Programación de sistemas inteligentes», *Investigación y ciencia*, (Nov., 1984).
- LERDHAL, F. y JACKENDOFF, R., *A generative theory of tonal music*. Cambridge, MIT Press, 1990.
- LETRAUBLON, C., *Música electrónica*. Madrid, Paraninfo, 1988.

- LÉVI-STRAUSS, C., «Le cru et le cuit», *Mythologiques*, I, Plon, (París, 1964).
 — «L'homme nu», *Mythologiques*, IV, Plon, (París, 1971).
 — *Mirar, escuchar, leer*. Madrid, Siruela, 1994.
- LINDBLOM, B. y SUNDBERG, J., «Generative theories in language and description music», *Cognition*, 4, (1976).
- LOMAX, A., «Song structure and social structure», *Ethnology*, 1, (1962).
- LONGUET-HIGGINS, H.C., *Mental processes. Studies in Cognitive Science*. Cambridge, MIT Press, 1987.
- LÓPEZ QUINTÁS, A., *Estética de la creatividad*. Madrid, Cátedra, 1977.
- MANNIG, P., *Electronic and Computer music*. London, Clarendon Press, 1993.
- MARSDEN, A. y POPE, A. (Edts.), *Computer representations and models in music*. London, Academis Press.
- MARTÍNEZ, J.M., «Nuevas herramientas para la educación musical: MIDI y nuevas tecnologías», *Eufonía*, 4, (1996).
- MARVEN, C. y EVERS, G., *A simple approach to digital signal processing*. New York, Wiley & Sons, 1996.
- MATHEWS, M.V. et alii, *The technology of computer music*. Cambridge, MIT Press, 1969.
- MATHEWS, M.V. y PIERCE, J.R., «El ordenador, instrumento musical», *Investigación y Ciencia*, 127, (1987).
- MCLANE, A., «Music as information», *Annual Review of Information Science and Technology*, 31, (1996).
- MENUHIN, J., «La música y el proceso creativo humano», en CAMPO, P. et alii, *La música como proceso humano*, Amaru, (Salamanca, 1997).
- MERRIAM, A., «Definitions of comparative Musicology an Ethnomusicology: an historical theoretical perspective», *Etnomusicology*, 2 (21), (1977).
- MEYER, L.B., *Style and music*. Philadelphia, Pennsylvania Press, 1989.
 — «Un univers d'universaux», *Philosophie*, 59, (1998).
- MILLIKEN, H., *Música electrónica*. Barcelona, Plaza y Janés, 1962.
- MINSKY, M., *La sociedad de la mente*. Buenos Aires, Galápagos, 1986.
- MINSKY, M. et alii, *ROBOTICA. La última frontera de la alta tecnología*. Barcelona, Planeta, 1986.
- MOLES, A., *Teoría de la información y percepción estética*. Júcar, Gijón, 1975.
- NOLL, M., «El computador digital como medio creador», en PYLYSHYN, W. (Edit.), *Perspectivas de la revolución de los computadores*, Alianza, (Madrid, 1970).
- NATTIEZ, J.J., *Music and discourse. Toward a semiology of music*. Princeton, Princeton University Press, 1990.
- NEGROPONTE, N., *El mundo digital*. Barcelona, Ediciones B, 1996.
- NETTL, B. y BOHLMAN, P. (Edits.), *Comparative Musicology and Anthropology of Music. Essay on the history of Ethnomusicology*. Chicago, Chicago University Press, 1991.
- NÚÑEZ, A., *Informática y electrónica musical*. Madrid, Paraninfo, 1992.

- PICARD, R.W., *Los ordenadores emocionales*. Barcelona, Ariel, 1998.
- PIERCE, J.R., *An introduction to information theory. Symbols, signals and noise*. New York, Dover, 1980.
- *Los sonidos de la música*. Barcelona, Labor, 1985.
- PEROTTI, G., *Técnicas de interface MIDI. Música y ordenadores personales*. Madrid, Jackson, 1991.
- QUÉAU, Ph., «La presencia del espíritu», *Revista de Occidente*, 206, (1998).
- QUIGNARD, P., *El odio a la música*. Buenos Aires, Andrés Bello, 1998.
- RASSKIN, M., *Música virtual*. Madrid, Anaya, 1993.
- RICE, T., «Toward the remodeling of ethnomusicology», *Ethnomusicology*, 31 (3), (1987).
- RICH, E. y KNIGT, K., *Inteligencia Artificial*. Madrid, McGraw Hill, 1994.
- RISSET, J.C., «¿Tienen forma la música y los sonidos?», *Mundo científico*, 188, (1998).
- ROADS, C. y STRAWN, J. (Edits.), *Foundations of computer music*. Cambridge, MIT Press, 1987.
- SAN JOSÉ, C. (Coord.), *Tecnologías de la información en educación*. Madrid, Anaya, 1998.
- SAMUEL, C., *Panorama de la música contemporánea*. Madrid, Guadarrama, 1965.
- SANMARTÍN, R., *Identidad y creación*. Barcelona, Humanidades, 1993.
- SCHAEFFER, P., *Tratado de los objetos musicales*. Madrid, Alianza, 1996.
- SCHAFER, R. M., *El nuevo paisaje sonoro*. Buenos Aires, Ricordi, 1996.
- SCHLOEZER, B. de y SRIABINE, M., *Problemas de la música moderna*. Barcelona, Barral, 1960.
- SCHÜTZ, A., «Making music together: A study in social relationship», en *Ecollected Papers II. Studies in social theory*, M. Nijhoff, (The Hague, 1964).
- SERAFINE, M.L., «Cognition in music», *Cognition*, 14, (1983).
- SILBERMAN, A., *Estructura social de la música*. Madrid, Taurus, 1961.
- SIMON, H.A., *The Sciences of the Artificial*. Cambridge, MIT Press, 1988.
- SMALL, C., *Música, sociedad, educación*. Madrid, Alianza, 1989.
- STOCKHAUSEN, K., «Entrevista», en ALBET, M., *La música contemporánea*, Estella, Salvat, 1974.
- STRAWINSKY, I., *Poética musical*. Madrid, Taurus, 1977.
- TANNENBAUM, M., *Stockhausen: entrevista sobre el genio musical*. Madrid, Turner, 1985.
- TAYLOR, Ch., *Argumentos filosóficos*. Barcelona, Paidós, 1997.
- TITON, J.T., «Knowing fieldwork», en BARZ, G.F. y COOLEY, T.J. (Edits.), *Shadows in the field. New perspectives for the fieldwork in Ethnomusicology*, Oxford University Press, (New York, 1997).
- TRILLAS, E., «Protagonistas y aplicaciones de la lógica borrosa», *Mundo científico*, 191, (1998a).
- *La Inteligencia Artificial*. Madrid, Debate, 1998b.
- VARELA, F.J. (Edit.), *De cuerpo presente*. Barcelona, Gedisa, 1992.
- VIGOROUX, R., *La fábrica de lo bello*. Barcelona, Prensas Ibéricas, 1996.
- WELL, M. van, *La música con el PC*. Barcelona, Marcombo, 1998.

XENAKIS, I., *Formalized music*. Bloomington, Indiana University Press, 1971.

— *Música. Arquitectura*. Barcelona, Antoni Bosch, 1982.

ZBIKOWSKI, L., «Conceptual models and cross-domain mapping: New perspectives on theories of music and hierarchy», *Journal of Music*, 41 (2), (1997).

ZUMALDE, I., *Deslizamientos progresivos de sentido*. Valencia, Episteme, 1997.