

LAS TIC AL SERVICIO DE LA EDUCACIÓN MUSICAL.

Un binomio de siempre

Felipe Gértrudix Barrio

Profesor Ayudante Doctor. Universidad de Castilla la Mancha.

Resumen

El hecho sonoro, y, por consiguiente, el hecho musical ha ido paralelo a la tecnología. Desde los albores de la comunicación humana, la música está considerada como uno de los lenguajes más antiguos y ha constituido el inicio de otros. La voz y el cuerpo, elementos naturales inherentes al ser humano, fueron los instrumentos esenciales en esas primigenias manifestaciones comunicativas que poco a poco, por necesidad o por estética, se fueron tornando hacia el uso de artefactos externos que fueron capaces de simular el efecto sonoro de aquellos. Ese binomio tecnológico-musical ha continuado hasta nuestros días; nuevas formas, nuevos desafíos que han cambiado y han incidido en la interpretación musical, en la composición, en el consumo musical y, evidentemente en la pedagogía musical.

Palabras clave

TIC – Música - Interpretación musical – Composición – Consumo musical – Pedagogía musical

Abstract

The sonorous fact, and consequently the musical fact have gone parallel to the technology. From the whiteness of the human communication, the music is considered to be one of the most ancient languages and has constituted the beginning of others. The voice and the body, natural elements inherent in the man, were the essential instruments in these original communicative manifestations that little by little, for need or for aesthetics, were returning towards the use of external appliances that were capable of simulating the sound effect of those. This technology-musical binomial has continued to the present day; new forms, new challenges that have changed and affected in the musical interpretation, in the composition, in the musical consumption and, evidently in the musical pedagogy.

Key words

TIC - Music - musical Interpretation - Composition - musical Consumption - musical Pedagogy

Objetivos

- 1) Identificar cuáles han sido los puntos de encuentro entre la música y la tecnología a lo largo de la historia.
- 2) Comprender la importancia de la simbiosis entre tecnología y música.
- 3) Analizar el impacto de las TIC en la interpretación, composición, el consumo y la educación musical.

Metodología

El método que se ha seguido es el de una investigación correlacional, estableciéndose grados de correlación entre las dos variables del estudio: música y tecnología. Para ello, se ha hecho uso de la técnica exploratoria del tipo historicista con el fin de poder establecer y enunciar el problema, así como la recopilación de los materiales.

1. Introducción

Mi objetivo ha sido siempre liberar el sonido y abrir ampliamente a la música todo el universo de los sonidos.

Edgar Varèse

Nuestros antepasados prehistóricos ya hacían música con instrumentos musicales. A medida que el hombre fue construyendo herramientas y utensilios que le facilitaban las labores en la recogida de frutos o en la caza, fueron iniciando una embrionaria tecnología con el propósito de interpretar los sonidos producidos por la voz o el cuerpo en unos extraños artefactos: cuernos, huesos de animales, piedras, etc. Se había producido una instrumentalización de la voz y el sonido corporal: había nacido la tecnología musical.



IMAG. 1. Bramadera (La Roche Landine, Francia). Instrumento musical prehistórico fabricado de hueso

A pesar de que en la actualidad existen lugares y regiones del mundo en el que los instrumentos musicales han sufrido pocos cambios desde su construcción remota: como es el caso de pueblos en la amazonia, en África o en los pueblos aborígenes de Australia; la pauta ha sido que con el paso del tiempo, los instrumentos, los espacios de representación, las técnicas compositivas o el conocimiento de los principios sonoros siguieron experimentado transformaciones e innovaciones gracias a la mejora de las tecnologías, lo que provocó también una mayor especialización de los profesionales de la música y una serie de cambios en los hábitos de consumo musical (creación de públicos, nacimiento del concepto de derecho de autoría, etc.).

2. De la instrumentalización del sonido a su registro

El gran avance tecnológico musical comienza con el desarrollo de los instrumentos: técnicas nuevas para conseguir mayor calidad sonora, así como normalizar la música en un único sistema acústico. En el caso concreto de la música occidental la evolución tecnológica va a ir paralela a la acústica del sonido atendiendo a los estilos musicales emergentes de cada época. Así tenemos una investigación constante desde los sistemas griegos de Pitágoras, Platón, Aristógenes, pasando por las afinaciones renacentistas de Ramos, la división del monocordio de Fogliano, el sistema “perfecto” de Salinas o los temperamentos mesotónicos, hasta llegar al siglo XIX en el que triunfe el temperamento igual: sistema en el que la división de la octava se realiza en doce partes iguales: cada una de esas partes es un semitono temperado.

Entre finales del siglo XV y XVII aparece en Europa una gran cantidad de afinaciones y temperamentos en juego: pervive la afinación pitagórica, se exploran las consecuencias de de la afinación justa (Ramos, Fogliano, Zarlino, Salinas) aparece el temperamento mesotónico (Gaffurio, Aron, Zarlino, Salinas), multitud de temperamentos irregulares tanto para laúd como para órgano (Schlick, Agricola, Grammateus, Dowland) y se proponen diferentes divisiones múltiples de la octava....Será en el siglo XIX cuando definitivamente se imponga el temperamento igual, a pesar de las voces en contra de los partidarios de las consonancias justas, sobre todo en Inglaterra. (GOLDÁRAZ, 1992: 14)

En toda esta vorágine de experimentación acústica salen al paso los luthiers, constructores de instrumentos profesionales que como Amati, Praetorius o Stradivarius marcarán un modelo en el diseño de la fabricación de los instrumentos sin que en la actualidad se haya podido superar tal perfección¹.

El deseo del ser humano por registrar el sonido viene de antiguo. La “mágica” posibilidad de conservar la voz y reproducirla posteriormente fue un anhelo hasta casi finales del siglo XIX. Si reparamos en este dato, a pesar de haber transcurrido algo más de un siglo, se trata sin duda de un invento muy reciente.

Hasta que llego el momento en el que el ser humano, gracias a los primeros sistemas de grabación sonora (Fonógrafo: 1887, Gramófono:1888,...) descubrió a finales del siglo XIX una forma de registrar de forma perenne la música, dando comienzo, con ello, una autentica y progresiva revolución que aun continuamos experimentando (Tocadiscos 1926, Disco LP 1952, Magnetófono 1845, Casete compacto 1963, Grabación a disco 1978, CD 1980, DVD 1995,...)

Y es que, no cabe duda, la grabación musical es, en palabras de Solomos, una segunda mutación evolutiva de la música por medio de las tecnologías:

La música se centra cada vez más en el sonido, abandonando o dejando de lado categorías como la melodía, la armonía, etc. (...) La posibilidad gracias al surco cerrado, de aislar un sonido y repetirlo hasta el infinito sitúa al “sonido” como la nueva categoría de la música”. (SOLOMOS, 2000)

3. De la grabación a la creatividad del sonido

Desde finales del siglo XIX, y principalmente en el siglo XX, surgen diversos intentos para generar o modificar el sonido mediante la electricidad. Un primer logro se consigue con los instrumentos denominados electrófonos, en los que el sonido es creado directamente a partir de la electricidad. Los primeros, como el Thelharmonium (1906) y [el Theremin](#) (1920) no logran perdurar, mientras que las [Ondas Martenot](#) de 1928 y [el Trautonium](#) de 1930, tienen más éxito. Pero será el Órgano Eléctrico, patentado por Hammond en 1934, el primer instrumento electrófono capaz de superar en cantidad a sus equivalentes acústicos.

El nacimiento del transistor, a finales de los años cincuenta, permite que en 1964 el ingeniero americano Robert Moog construya el primer instrumento electrófono: el [sintetizador Mogg](#), que consigue generar sonidos utilizando uno o varios métodos de síntesis.

La vertiginosa evolución de los sistemas de grabación en el siglo XX, junto con las nuevas técnicas de composición, posibilita la aparición de nuevos estilos musicales que consideran la obra musical como un arte mayor que engloba la organización de todos los sonidos posibles, tanto acústicos como electrónicos.

3.1. La Creación musical generada a partir de la tecnología

3.1.1. Musique Concrète

En 1948, en el estudio de grabación de la Radio Nacional Francesa, [Pierre Schaeffer](#) comienza a grabar sonidos “naturales” (como el de un tren o un piano) que luego modifica posteriormente mediante manipulaciones de la cinta grabada. Schaeffer bautiza como “musique concrète” (música concreta) a este nuevo tipo musical basado en sonidos naturales o “concretos”. Así, en 1951 crea el Groupe de Musique Concrète en el que, junto con el compositor francés Pierre Henry, compone Sinfonía para un hombre solo, primera obra de música concreta basada principalmente en varios tipos de sonidos vocales modificados (respiración, risa, silbido, habla), combinados con otros tipos de sonido transformado (música orquestal, pasos, etc.).

3.1.2. Música electrónica

En 1952, el compositor alemán Herbert Eimert, funda en la Radio de Colonia (Alemania) el primer estudio de música puramente electrónica en el que los sonidos son construidos por medios electrónicos. Esto permite a los compositores seriales controlar no solo las alturas y las duraciones, sino también los materiales sonoros mismos. Las primeras obras electrónicas son del compositor alemán Stockhausen: Studio I (1953) y Study II (1954)

3.1.3. Música electroacústica

El primer intento de música electroacústica se da en la obra [El canto de los adolescentes](#) (Stockhausen, 1956), en la que se combinan sonidos concretos (niño cantando) con otros puramente electrónicos. Pronto surgen nuevos estudios a mediados de los 50 en los que se borra la diferencia entre música electrónica y concreta.

Para evitar su carácter “frío” e invariable se suelen unir a menudo las composiciones electrónicas con otras obras de arte como películas o danzas, y desde los 60 se combinan obras de cinta con la interpretación en vivo. El primer ejemplo de este tipo es la obra Música en dos Dimensiones para flauta, percusión, y cinta, del italiano Bruno Maderna.

Con la llegada de sintetizadores portátiles, diseñados especialmente para las interpretaciones en vivo, se crean grupos que interpretan música electrónica en tiempo real como el Stockhausen Ensemble (1964) A partir de los años 70 su uso comienza a ser muy habitual motivado por la facilidad de manejo y abaratamiento de los instrumentos electrónicos.

3.2. La Creación musical generada a partir de la tecnología

Los dispositivos de grabación/reproducción del sonido han permitido recrear el sonido modificándolo, transformándolo o amplificándolo, aumentando las posibilidades creativas de la música. La digitalización del sonido, por su parte, ha ayudado a la versatilidad de su manipulación, adoptando formas de uso sencillas, baratas y precisas.

La evolución de los sistemas de grabación y reproducción sonora ha estado motivada por un deseo: conseguir la máxima fidelidad entre el sonido original y el registrado. Una vez que los sistemas han logrado unos parámetros de calidad extraordinarios, curiosamente esta fidelidad (que queda de manifiesto, por ejemplo, en términos, como el llamado sonido Hi-Fi) ha ido derivando en la creación de un gusto por un sonido espectacular. Este, lejos de reflejar fiel y escrupulosamente la fuente sonora original se construye a partir de normas estéticas que van variando con las modas (sonidos graves muy potentes, mucha o poca reverberación, etc.) Podemos estar tan acostumbrados a escuchar

discos de cualquier tipo de música que cuando acudimos por primera vez a un concierto en directo, especialmente cuando en este no hay por medio de sistemas de amplificación (como sucede en la música clásica), tengamos la sensación de que aquello suena bien distinto, incluso peor.

Las tecnologías de la información y la comunicación suponen un nuevo estadio evolutivo de esa fructuosa dependencia. Su utilización han supuesto una autentica revolución en los sistemas de producción, composición, interpretación, educación, mediación y consumo musical, de tal forma que han cambiado, las estructuras sociales y culturales. Las estructuras sociales y culturales se han visto sacudidas, por completo, por las posibilidades emanadas de las nuevas tecnologías.

La vasta capacidad de acceso, el control y la manipulación de la información, los procedimientos de síntesis, los sistemas de grabación digital, los recursos en red, o las posibilidades didácticas de los nuevos soportes y canales interactivos, han modificado, por completo, las técnicas de representación virtual sonora, y han dibujado un inédito escenario para la interpretación, la composición, la audición y la didáctica musical.

4. Impacto de las TIC en la música.

4.1. *En la interpretación*

Uno de los atributos especiales que otorgamos a la música es su manifestación sonora como producto natural, como si fuese la manifestación misma del alma del compositor. En esta suposición, arraigada en nuestra cultura, atribuimos al intérprete (y también a las tecnologías) un papel subordinado: el de ser un mero intermediario o mediador entre el compositor y su público.

Este énfasis en la expresión personal y en la autenticidad subyace en buena parte de los prejuicios que tenemos sobre la música popular y los medios tecnológicos. Es cierto que la música popular, electrónica e incluso la comercial necesitan de las nuevas tecnologías de la información y la comunicación para existir, Pero, ¿ocurre lo mismo con la música clásica? Aquí se nos plantean ciertas paradojas.

Hasta la llegada del estudio de grabación se partía del supuesto que cada interpretación de una obra musical era única e irreplicable, mientras que una grabación es siempre igual a sí misma y artificialmente perfecta. En el momento en que determinados intérpretes como [Glenn Gould](#) sostuvieron y demostraron con los hechos la idea contraria algo cambió en esta relación entre la tecnología y la autenticidad.

La relación entre Música y Tecnología es tan estrecha que ha transformado profundamente no solo las estructuras de creación, producción y consumo musical, sino que es un estímulo generativo incesante del escenario educativo y cultural en el que vivimos.

Edson Zamronha en un artículo sobre como los nuevos medios de tecnología musical afectan a la interpretación de música en directo, comenta:

“...con los nuevos medios tecnológicos el sonido del trombón podría ser captado, introducido en un ordenador, y podría ser alterado en tiempo real. Se podría hacer que cuanto más fuerte fuese el sonido del instrumento más se alterase su espectro, realzando algunas partes estratégicas y añadiendo nuevos sonidos, lo que cambia el espectro del sonido del trombón en otro espectro distinto. (...) En este ejemplo se puede ver que el trombón no es solamente el instrumento que está en el escenario. El trombón se convierte en un hiper-instrumento, cuyo sonido es la suma del instrumento físico mas las transformaciones producidas por el ordenador” (ZAMPRONHA, E. 2004: 1)

Por todo ello, habrá que reconsiderar los conceptos musicales que hemos heredado y que transmitimos como docentes para hacer justicia a la diversidad de prácticas y experiencias que la palabra “música” expresa en el mundo actual.

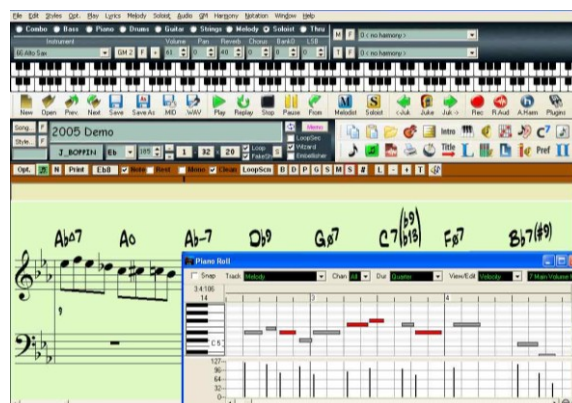
Dejando a un lado la controversia entre si tiene o deja de tener valor la mediación tecnológica de la música en directo, o las grabaciones que surgen de este tipo de intervenciones, lo que es indiscutibles es que este tipo de interpretaciones musicales son responsables de la enorme disponibilidad de música que encontramos en la sociedad actual; y ello influyen de manera decisiva en los nuevos usos y hábitos de consumo de la música, como trataremos más adelante.

El caso es que las TIC aplicadas a las interpretaciones de música nos ofrecen una de las herramientas tecnológicas más utilizadas en las dos últimas décadas ya que han posibilitado la escucha y el análisis pormenorizado de obras musicales. Los aparatos de reproducción de discos vinilo, los magnetofones para casetes, los reproductores de discos compactos, o los sistemas portátiles de escucha actuales (iPod, mp3...) se han convertido desde el principio, y con una supremacía absoluta, en la herramienta tecnológica por excelencia.

Por otro lado, en los últimos tiempos estamos asistiendo a una simplificación en la interpretación instrumental en la que cualquier persona, niño o adulto puede tocar “jugar” un instrumento sin tener ningún conocimiento previo musical: el ejemplo más claro lo encontramos en el fenómeno social de [*Guitar Hero*](#).



IMAG. 2. Home de la Web de Guitar Hero



IMAG. 3. Interface del programa Band-in-a-Box

Con un carácter más educativo están entre, otros programas, el *Band-in-a-Box* con el que se pueden realizar actividades como *creación de karaokes*, *acompañamientos instrumentales para flautas o voces*, *creación de materiales secuenciados para lectura musical a primera vista, tanto rítmica como rítmico-melódica*. (PÉREZ GIL, 2007: 1)

4.2. En la composición

Los programas de grabación digital permiten que desde un ordenador tengamos un control absoluto sobre el resultado sonoro final sin necesidad de ser verdaderos instrumentistas, expertos informáticos ni técnicos profesionales de la grabación. Las herramientas tecnológicas son múltiples y muy variadas y están al servicio de la creatividad musical tanto de jóvenes estudiantes como de expertos compositores. Lo único que nos hace falta es ponernos manos a la obra y dejar rienda suelta a nuestras ganas de hacer música. Mucha de la música del siglo XX y del incipiente XXI a la que se etiqueta de “difícil o de rara ejecución” tiene que ver mucho con las TIC; es decir, están creadas gracias a la asistencia y uso del ordenador. De la misma forma, la intervención de estas ha dado origen a nuevos estilos en los que los sistemas de grabación intervienen bien directamente o mezclando grabación y ejecución en directo. En estos casos, la grabación sustituye o complementa a la partitura.

Pero además, las nuevas tecnologías han liberado al compositor de la preocupación de tener al intérprete como único mediador entre la música que surgía de su cabeza y el público.

Sólo necesitamos poner en funcionamiento la iniciativa, la imaginación y la creatividad para que se expresen libremente por medio de la música. En la medida en que estas actividades suponen un trabajo colectivo, también favoreceremos el desarrollo de habilidades de cooperación, así como la necesidad de apoyar y apreciar las propuestas y contribuciones de los demás.

4.3. En el consumo musical

La disponibilidad de música en la sociedad actual representa la culminación de todo un proceso cultural en el que las tecnologías han provocado la evolución y el desarrollo en el mundo de la música. Si tomamos como referencia, por ejemplo, el siglo XIX, los contemporáneos de Beethoven únicamente podían acceder a la música cuando esta era ejecutada en vivo, ya fuera en una sala de conciertos pública, en el salón de una casa privada, o en alguna actividad popular realizada en la calle. Una de las industrias que más se desarrolló hasta la Primera Guerra Mundial fue la fabricación de pianos verticales lo bastante pequeños como para caber en las casas de la clase media. Y paralelamente a esta nueva forma de consumo musical, aumentó la composición y la publicación de partituras fáciles para este nuevo público de aficionados.

Pero las tecnologías siguieron evolucionando y los ámbitos de consumo musical también.

En la actualidad tenemos todo un museo imaginario de música dentro de nuestro ordenador. Gracias a un dispositivo mp3 portátil los adolescentes integran el bebop o el heavy metal en su propio paisaje urbano mientras pasean o viajan en autobús. La música está en el centro de la vida cotidiana y se ha convertido en un elemento más de definición del estilo de vida personal, al mismo nivel que otros elementos como pueden ser la forma de vestir o el peinado.

De la misma manera y gracias a la tecnología de los DVD podemos ver grandes operas desde nuestro salón o incluso descargar en nuestro ordenador un video sobre la “danza de los monos” basada en el Ramayana balines. Apreciar el hecho cultural en general, y la música en particular, lleva implícito disponer de aquellas actitudes que permitan acceder y apreciar manifestaciones musicales diversas.

Solo tenemos que aprovechar las variadas posibilidades tecnológicas que los medios de comunicación nos ofrecen e integrarlas en nuestras actividades de enseñanza-aprendizaje y en nuestra vida. Cuando más conscientes seamos que todos y todas somos consumidores musicales, y tratemos a la música como un producto al que tenemos acceso también electrónicamente, más posibilidades y mayor será nuestro disfrute del arte de los sonidos.

Con las nuevas tecnologías aplicadas al consumo musical se ofrece a todo el mundo la posibilidad de conocer y valorar la diversidad musical que existe a su disposición a través de Internet. De esta manera se toma conciencia de que la música forma parte de la cultura de diferentes épocas, lugares y colectivos. Pero además capacita también para que se sea autónomo a la hora de seleccionar que música nos apetece escuchar en cada momento o situación personal, y todo ello sin dejar de ser sensibles y respetuosos con todas las manifestaciones musicales y artísticas en general.

4.4. En la educación musical

Existen muchas posibilidades y usos de las TIC que han transformado la educación musical en la actualidad. Algunas de las propuestas en ese uso educativo parten de la transformación en la interpretación composición y su posterior consumo como hemos indicado anteriormente. Sin ser exhaustivos, proponemos a continuación algunas ideas que pueden marcar métodos de aprendizaje musical.

- Con un ordenador, un micrófono y un software podemos realizar grabaciones potenciando el protagonismo del alumno gracias a la digitalización del sonido para su posterior recreación.
 - Los sintetizadores virtuales o los samplers, por ejemplo, permiten tener en el ordenador una gigantesca biblioteca de sonidos con los que experimentar, probar, intercambiar, editar o generar.
 - La elaboración de un acompañamiento interpretado por una guitarra eléctrica o una caja de ritmos gracias a un secuenciador, puede enriquecer sustancialmente las actividades con los instrumentos acústicos.
 - Componer obras mediante el software apropiado (secuenciadores, editores de partituras, etc.) con la posibilidad de poder escucharla gracias al módulo de sonido del ordenador. Con el equipo MIDI podemos realizar actividades como: crear obras para “grandes agrupaciones orquestales” (y escuchar el resultado gracias al secuenciador) hasta editar sencillas partituras para el aula con guitarra, flauta y percusión indeterminada.
- Internet se ha convertido en la mayor y más variada discoteca que existe en la actualidad. Las posibilidades que ofrece son sorprendentes: grabaciones de música de todos los tiempos, interpretaciones históricas, músicas de todas las culturas del planeta, folclore, populares, urbanas, etc.
- El estudio del análisis musical se ha simplificado gracias a las posibilidades que ofrecen las TIC. Visionar diferentes secciones de la partitura, comparar con piezas parecidas del mismo autor, o de la misma época, escuchar separadamente las voces gracias a la ayuda de un secuenciador son algunas de estas posibilidades.

5. Conclusiones

Sin lugar a dudas podemos afirmar que el binomio de tecnología y música es una constante desde el principio de los tiempos sonoros. Paralelamente a los cambios tecnológicos (papiro, pergamino,

libro, ordenador,...) ha existido una forma cambiante del espectro musical. El desarrollo de los instrumentos posibilitó nuevas formas musicales que dieron lugar a distintos estilos musicales a través de los siglos.

A finales del siglo XIX se produce una segunda revolución tecnológica, la grabación del sonido, que transforma los escenarios musicales, pasando de la escucha colectiva en el teatro a la audición personal en el salón de casa.

A lo largo del siglo XX la evolución de la grabación sonora amplía una vez más la multiplicidad estilística musical y aparecen nuevas formas en la creación gracias a la aparición de nuevas tecnologías específicas musicales (sintetizadores, órganos eléctricos, samplers, cajas de ritmos,...)

En el comienzo del XXI se ha producido una tercera revolución gracias al Internet: las múltiples aplicaciones que existen han permitido una transformación en la creación musical, tanto en su interpretación como en su composición, así como nuevas formas en su comunicación y consumo musical. Todos estos cambios han ayudado a que los métodos de enseñanza-aprendizaje aplicados a la música se amplifiquen de tal forma que las metodologías activas sean las que mejor se adapten a estos nuevos medios.

6. Documentación

- GOLDÁRAZ GAÍNZA, J. (1992) *Afinación y temperamento en la música occidental*. Alianza Música: Madrid.
- MENDIZÁBAL, A (2008) “El sonido de los Stradivarius, un misterio resuelto gracias a la tecnología (I)”, en *Todas. La Bitácora para ellas*. <http://www.entretodas.net/2008/01/06/el-sonido-de-los-stradivarius-un-misterio-resuelto-gracias-a-la-tecnologia-actual/> consultado el 24 de marzo de 2008.
- PÉREZ GIL, M. (2007) “Las TIC como recurso para la interpretación musical”, en *Eufonía: Didáctica de la música*, nº 39 (págs. 70-80). Graó: Barcelona.
- SCHAEFFER, P. (1948) *Etude aux chemins de fer* (ejemplo de composición de “musique concrète”) en <http://www.youtube.com/watch?v=N9pOq8u6-bA> consultado el 23 de marzo de 2008.
- SOLOMOS, M. (2000) “Música y tecnología: dos evoluciones musicales”, en *REA (Revista electroacústica) dossier nº 1*. <http://www.uam.es/ra/amee/revista/solomo.htm> consultado el 23 de marzo de 2008.

- STOCKHAUSEN, K. (1956) *Gesang der Junglinge* (primera obra electroacústica) en http://youtube.com/watch?v=4RkdO_qBGvM consultado el 23 de marzo de 2008.
- ZAM ZAMPRONHA, E. (2004) “El Lenguaje Musical en los Nuevos Medios Tecnológicos”, en *REA-Revista Electroacústica*. <http://www.uam.es/ra/amee/revista/edson.htm> consultado el 25 de marzo de 2008.

ⁱ En la *Mid Sweden University* dos investigadores, **Mats Tinnsten** y **Peter Carlsson**, utilizan avanzados modelos informáticos para analizar su construcción, con el fin de producir un violín con las mismas capacidades sonoras que los auténticos Stradivarius.