

RUIDO DE ACTIVIDADES MUSICALES. EL LÍMITE

PACS: 43.50.Yw

Dr. Robert Barti
Miembro fundador de ACUSTILAB
Laboratorio LEM
Pol. Ind. Cova Solera
Av. Can Sucarrats, 110, nave 11
08191 Rubí (Barcelona). España
Tel: 935 862 680
Fax: 935 862 681
E-mail: robert@lem-sl.com

ABSTRACT

Musical activities are potentially a source of problems when they are immersed in the city due to its high acoustical polluting capacity. The technical evaluation of these activities is based on legislation procedure. Sometimes neighbors "listen to the music" while measurements indicate otherwise. Is it a matter of sound quality or level?. This communication exposes the limits to which it is coming, and the growing gap between legislation and reality. Sound evolution is studied between 50's and 2000's as one of the aspects to consider, and try to give an answer to the problem.

RESUMEN

Las actividades musicales son potencialmente una fuente de problemas cuando se encuentran inmersas en el tejido urbano, debido a su elevada capacidad contaminante acústicamente. La evaluación técnica de estas actividades se hace en base a la legislación vigente. En ocasiones los vecinos "escuchan la música" mientras que las mediciones indican lo contrario. ¿Es una cuestión de calidad sonora o de nivel?. Esta comunicación expone los límites a los que se está llegando, y la divergencia creciente entre legislación y realidad. Se estudia la evolución sonora entre los años 50 y 2000, como uno de los aspectos a tener en cuenta, y tratar de dar una respuesta al problema.

INTRODUCCIÓN

La reproducción musical es en esencia, el elemento básico común a todas las actividades musicales, independientemente del tipo que sean. El aforo, y el nivel sonoro serán aspectos que definirán el tipo concreto de actividad. En general la reproducción musical dentro de la actividad, se realiza a niveles que superan con facilidad a las voces de las personas. Hay diversos estudios que demuestran que el consumo de bebidas está directamente relacionado con el nivel sonoro, razón por la cual, muchas actividades tienden a tener el máximo nivel sonoro posible en su interior. Estos niveles sonoros máximos están regulados por el tipo de licencia de la actividad. En general hay cierta tendencia a superar estos límites, que por otro lado es muy fácil de conseguir. La reproducción musical no produce beneficios "per se" pero es el canal vehicular para conseguirlo.

La experiencia demuestra que la mayoría de actividades disponen de equipos de sonido sobredimensionados, o mejor decir desproporcionados, para el tipo de local o el aforo de éste. Podemos encontrar bares musicales de apenas 50 m² con altavoces “subwoofer” de 18” como muestra la foto siguiente de la izquierda. Nótese el tamaño de la caja acústica en comparación con la puerta de acceso a los servicios. Los clientes pasan a pocos centímetros de los conos. Los niveles sonoros en este punto pueden sencillamente ser peligrosos para la fisiología del oído. Con poco más de 500 W se obtienen más de 135 dB(A) a 50 cm.



A la derecha un ejemplo del equipo de amplificación de un restaurante de 45 m². Son 4.000 W repartidos entre 3 amplificadores. Realmente es necesaria tanta potencia y tanta caja acústica? Que se pretende? En la mayoría de ocasiones se confunde calidad con cantidad, “cuanto más fuerte suene, mejor”.

La gente mayor, con gustos en general no coincidentes con la música que se suele poner en los locales de ambiente actualmente, suele ser bastante concisa en su descripción: “solo se oye el chumba, chumba, siempre es lo mismo”, haciendo referencia al ritmo exageradamente marcado de la música moderna. Esto siempre ha sido así? Si escuchamos músicas “marchosas” de otros tiempos notaremos en seguida unos cambios, no solo de tipología de música sino sobre todo la calidad de ésta.

PRIMEROS REGISTROS MUSICALES

En 1908 Lee DeForest desarrolló el triodo, el primer dispositivo electrónico de la historia que podía amplificar señales eléctricas. No obstante los micrófonos disponibles por aquellas fechas eran de carbón, con una sensibilidad y calidad sonora muy limitadas y nada adecuadas para grabar señales musicales. Las primeras grabaciones fueron posibles a partir del desarrollo del micrófono de condensador en el año 1916 por Edward C. Wenthe, y no fue hasta el 1922 que se pudo comercializar un modelo suficientemente sensible. La foto siguiente muestra a la izquierda, una de las primeras grabaciones de una orquesta realizadas con una bocina situada delante del micrófono para aumentar su sensibilidad. A la derecha la sala de control de un estudio de grabación moderno.

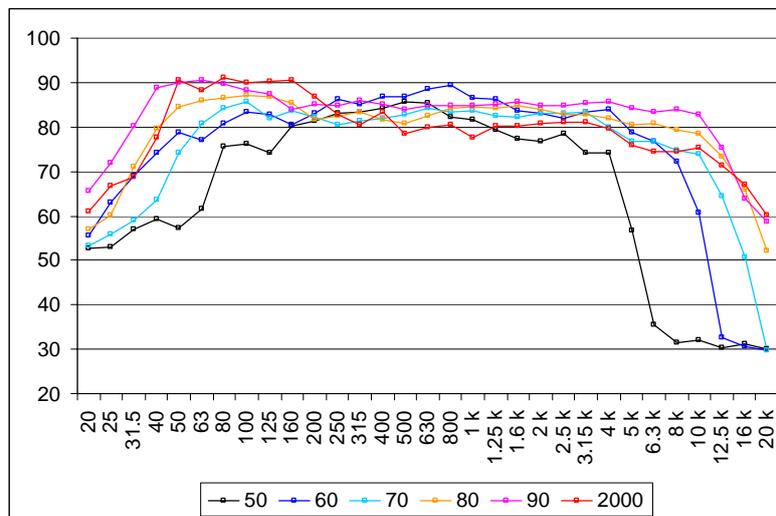


Los conocimientos en acústica de principios de siglo también eran limitados. Una bocina introduce una respuesta en frecuencia y una directividad que están muy lejos de ser adecuadas para usarse en una grabación.

Casi 80 años separan ambas fotos, con la diferencia tecnológica que esto comporta. A nivel técnico las grabaciones actuales son mucho más perfectas, ya que reproducen fielmente todos los matices sonoros. Pero no es únicamente una cuestión de fidelidad de registro, sino de aprovechamiento del soporte físico sobre el que se graba la señal de audio. Las primeras grabaciones no podían reproducir los graves con calidad, y éstos quedaban muy apagados. Lo mismo sucedía con los agudos. A partir de los años 50, se dispone de tecnología que permite a las grabaciones profesionales poder grabar toda la banda de audio sobre un soporte físico. A partir de esta década, se mejora la calidad de los sistemas de grabación y aparecen otras necesidades que van a marcar los registros de los años posteriores. La miniaturización de los componentes electrónicos, favorece la aparición en el mercado de los reproductores portátiles, generando un interés creciente de la industria del momento, por los sistemas de grabación domésticos. La HiFi (del inglés High Fidelity) era sinónimo de calidad. Los primeros equipos HiFi se distinguían por ofrecer una calidad de sonido bastante aceptable.

EVOLUCIÓN DE LA CALIDAD DE LOS REGISTROS MUSICALES

Las grabaciones han mejorado su calidad y fidelidad a medida que la tecnología y los conocimientos permitían implementar métodos de grabación más fiables y sofisticados, y equipos reproductores más fiables y de mejor calidad sonora. Comparando los registros de los años 50 con los del año 2000, se observa un creciente margen de la banda de audio, como se puede observar en la figura siguiente.



Los registros mostrados son de música, y las bandas pasantes mostradas no corresponden a los equipos de grabación, que lógicamente eran mejores. Se observa que el espectro musical no es totalmente plano. A partir de los años 70, con la incorporación de los instrumentos electrónicos, se consigue un mayor margen de frecuencia musical, al generar altas frecuencias de forma sintética. Esto explica porque los registros mejoran a altas frecuencias a partir de los años 70. Notemos que el órgano de tubos viento es el instrumento musical natural con mayor rango de frecuencias en su fundamental, que van de pocos hercios hasta los 7 kHz aproximadamente. En el extremo superior tenemos al violín que en armónico puede llegar a los 16 kHz, y por la parte inferior el contrabajo que puede llegar a los 25 Hz. La energía acústica emitida por los instrumentos naturales es mayor a frecuencias bajas y medias que a altas frecuencias.

A nivel técnico la grabación de las bajas frecuencias requiere no solo un micrófono adecuado sino también un espacio adecuado. Con la mejora de las técnicas de grabación, se consigue un mayor rendimiento en las grabaciones a partir de los años 80.

SISTEMAS DE GRABACIÓN ANALÓGICOS

Los soportes sobre los que se graba la información de audio, tienen unas limitaciones. Por un lado su respuesta en frecuencia, en general deben cubrir desde 20 Hz hasta los 20 kHz. Pero otro aspecto importante es la dinámica del soporte. Los primeros medios utilizados para grabar el audio eran los discos de aluminio que servían para estampar por presión a los de vinilo. La lectura se efectúa mediante una aguja que sigue el surco grabado sobre el disco de vinilo. Las bajas frecuencias ofrecen una amplitud mayor que las frecuencias elevadas. Esa mayor amplitud tiene un límite, por lo que no se puede enfatizar ilimitadamente el contenido de éstas. Para compensar las amplitudes bajas de la alta frecuencia se aplica antes de grabar la curva de respuesta RIAA, que incrementa el nivel de éstas para que sean más inmunes al ruido. Como el margen dinámico de un vinilo puede ser del orden de los 50 dB, antes de grabar el audio se comprime la señal para adaptarlo a la dinámica del soporte. El resultado es una grabación bastante correcta en calidad. Últimamente se vuelven a editar discos de vinilo, ya que los defensores de éste sistema argumentan que “suenan mejor que los CD.

Las grabaciones domésticas en cinta, también tienen una dinámica limitada algo menor que el disco en los sistemas de cassette. Por la velocidad de la cinta, 4,75 cm/seg. las altas frecuencias se quedaban en los 16 – 18 kHz. Las bajas frecuencias tampoco se podían enfatizar excesivamente para no saturar al núcleo magnético.

El grave de los instrumentos musicales naturales quedaba perfectamente grabado en los soportes analógicos de la época, a pesar de la limitación de la dinámica. Ese grave era un grave suave con diferentes registros. Para reproducir ese grave se precisaban de altavoces con diámetros suficientemente grandes. Era usual ver equipos de HiFi domésticos con cajas acústicas que tenían altavoces de 12”. La reproducción de los graves con altavoces menores, no era posible dando en estos casos un grave sin consistencia.

SISTEMAS DE GRABACIÓN DIGITALES

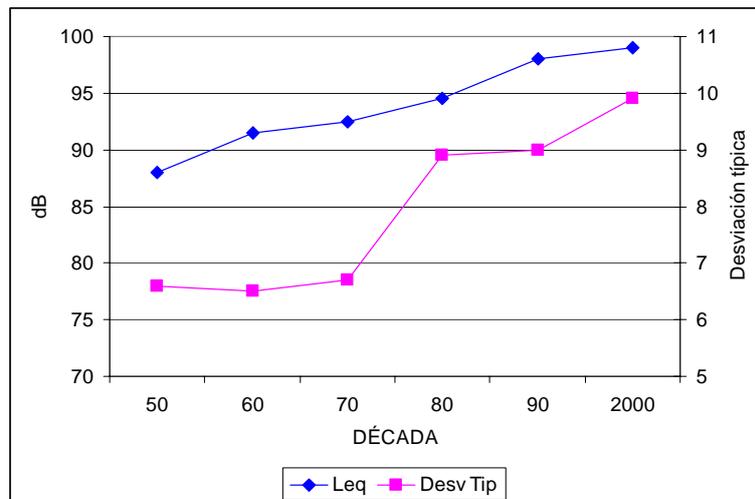
A principios de la década de los 80 aparecen en el mercado, los primeros sistemas digitales de grabación, y también empiezan las técnicas de procesado de la señal. La rápida evolución de los ordenadores y la microelectrónica permite desarrollar toda una serie de técnicas de grabación y procesado, que permite ofrecer un audio mucho más preciso. Se consigue un sonido imposible de reproducir con las tecnologías anteriores, transmitiendo al usuario un sonido nítido. El primer gran cambio cualitativo para el usuario doméstico no fue el disponer de equipos digitales en sí, sino que las nuevas grabaciones, presentaban una calidad que ha ido mejorando con el paso del tiempo. El primer sistema digital doméstico fue el CD. Otros sistemas aparecieron posteriormente ofreciendo la posibilidad de grabar con una calidad similar, como el DAT, DCC, MD o el NT.

EL ELEMENTO CLAVE: EL PROCESADO DIGITAL DE LA SEÑAL

Con la popularización de los medios audiovisuales como la televisión, apareció una nueva forma de anunciarse: la publicidad directamente a los espectadores en sus casas. Hasta entonces, sólo la prensa tenía esa capacidad. Para destacar su anuncio de los demás, a un productor de sonido se le ocurrió hacer que la locución de su anuncio sonara más fuerte. No trataba de aumentar el nivel, puesto que eso conllevaba saturar las etapas con la consiguiente distorsión. Se utilizó para ello un compresor, un dispositivo electrónico (en la época) que permitía comprimir los niveles bajos de señal. De hecho es el dispositivo que se utilizaba en el proceso de grabación para adaptar la dinámica. Esta aplicación obtuvo mucho éxito y fue

rápida adaptada en el mundo de la publicidad. Las locuciones desde entonces son intensas y claras aunque la voz sea un susurro. Se consiguió una cosa aparentemente inocente y sin más trascendencia: sin modificar la amplitud de la señal de audio, el sonido suena más fuerte. Se pierde dinámica puesto que esta se reduce, como sucede en las películas de TV, donde una gran explosión suena con la misma intensidad que un susurro. Además de las voces, los graves suelen ser las señales que se someten al proceso de compresión. Con ello se consigue que el grave sea más contundente, como si de una patada se tratara. Hay un fabricante de altavoces que anuncia que uno de sus productos está especialmente diseñado para producir una sensación de frío en el esternón cuando se reproducen determinadas bandas de frecuencia. La caja torácica humana, tiene una frecuencia de resonancia alrededor de los 60 Hz, por lo que radiando una gran cantidad de energía en estas bandas se consigue el efecto deseado.

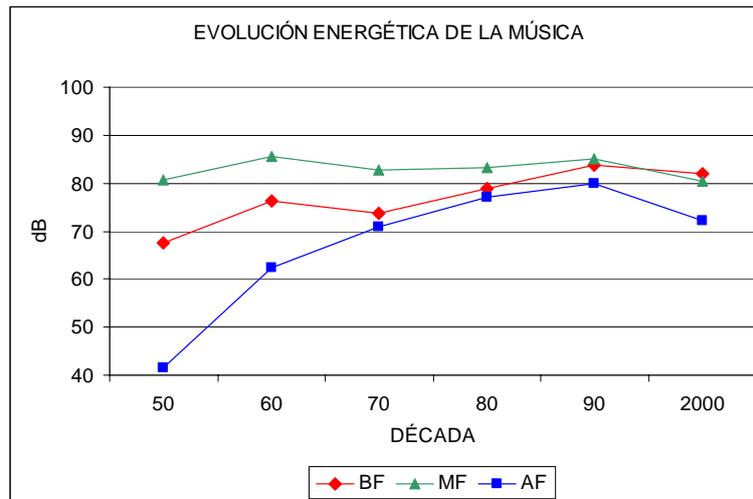
Si escuchamos un CD de los años 90, y lo comparamos con uno actual, salvando las diferencias musicales, notaremos claramente que el CD actual suena notablemente más fuerte y con una calidad y nitidez muy superior, al de los años 90. Siendo el soporte el mismo y por tanto utilizando el mismo protocolo y formato de grabación, como es posible? La señal grabada no es exactamente la misma. Mediante un procesado adecuado se consigue un grave contundente y nítido, imposible de conseguir por otros medios. Este grave no es natural, y adolece de un elevado grado de compresión, que lo hace especialmente contaminante. El gráfico siguiente muestra en color azul, la evolución media del nivel sonoro, normalizando los diferentes registros musicales con la misma amplitud máxima. Se observa un crecimiento paulatino del nivel sonoro. Por ejemplo entre la música grabada en los años 80 y la de los años 2000 se produce un desnivel de unos 5 dB, es decir los primeros CD suenan unos 5 dB menos que los más recientes.



La gráfica de color rosado muestra la desviación estadística de las muestras de nivel sonoro correspondientes a los distintos fragmentos musicales de cada década. Se puede observar como las técnicas de compresión se aplican principalmente a partir de la década de los 80. En las décadas de los 80 y 90 la compresión utilizada es muy similar.

EVOLUCIÓN DE LA DISTRIBUCIÓN ENERGÉTICA DE LA MÚSICA

Con el paso del tiempo las técnicas de grabación se han mejorado ofreciendo productos de más calidad a los usuarios. El gráfico siguiente muestra la evolución de la calidad musical, para música con ritmo de diferentes estilos, desde rock hasta pop, pasando por rap, funky, etc. La energía de cada canción se ha separado en tres bandas. Las frecuencias bajas hasta los 250 Hz, las frecuencias medias hasta los 3.150 Hz y el resto como frecuencias altas.



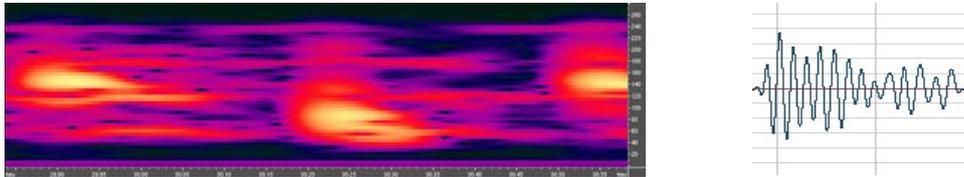
Como se pone de manifiesto en el gráfico anterior, la proporción entre bajas medias y altas frecuencias ha evolucionado con el paso del tiempo. En la década de los 50 y los 60, las frecuencias altas eran las que quedaban claramente más mermadas, por la dificultad de grabar en soportes físicos esas componentes. Las décadas de los 70 a los 80, se hacen registros equilibrados. Esta época se caracteriza por usar espacios casi anecoicos en las grabaciones. En la década de los 90 se incrementa el contenido de baja frecuencia respecto del resto de bandas. Sin embargo en la década del 2000, la desproporción entre baja frecuencia y alta frecuencia se ve incrementada, quedando las componentes de baja frecuencia netamente por encima del resto de bandas.

Un mayor conocimiento y sobre todo disponer de tecnología ha permitido desarrollar a finales de los años 90 sistemas como el maximizador, un dispositivo (software) que permite aumentar la sonoridad de la música sin alterar su dinámica. A pesar de ello, las notas graves no tenían la contundencia deseada cuando se reproducían desde un soporte, y además dependía mucho del tamaño de los altavoces. Apareció entonces otra cuestión relativa a la calidad de los reproductores. En el proceso de producción musical en el estudio de grabación se usaban altavoces de gran diámetro, cuando el público, con viviendas cada vez más minimalistas, tenían altavoces más pequeños. Los equipos HiFi domésticos no podían reproducir las frecuencias tan graves que se producían en el estudio de grabación. El resultado es que no se obtiene el mismo sonido en ambas situaciones. Realmente no puede sonar igual un altavoz de 15" que uno de 6", por mucho desplazamiento que tenga. Radiar baja frecuencia con eficacia, requiere mover gran volumen de aire.

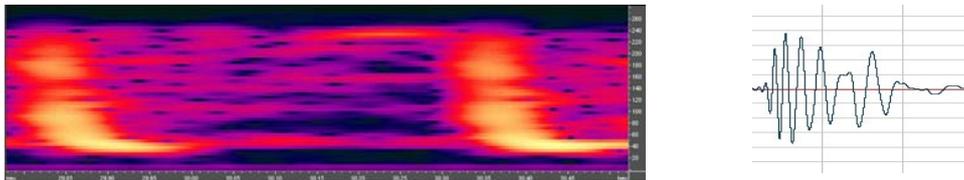
EL GRAVE CONTUNDENTE

La solución técnica para conseguir un grave impactante, ha venido del estudio en profundidad del funcionamiento del altavoz electrodinámico. Este dispositivo ha evolucionado muy poco comparado con otros elementos de la cadena de reproducción. Los altavoces más modernos presentan unas características muy superiores a los primeros altavoces, pero su base de funcionamiento es el mismo, y también sus limitaciones. Para dar un grave contundente, el cono debe desplazarse suficientemente y lo más importante, hacerlo de manera casi instantánea, para que la onda de presión sea importante. Eso implica una fuerza aplicada muy notable. Si la masa del cono no es despreciable, la corriente eléctrica necesaria que tiene que pasar por la bobina para producir esa fuerza, es muy considerable. Eso implica impedancias de altavoz muy bajas, lo que limita sus aplicaciones, entre otras cosas. Con la señal de baja frecuencia correspondiente al ritmo musical no es posible obtener un grave contundente, ya que la pendiente de subida de la señal es suave. La única alternativa sería aplicar elevadas corrientes a la bobina que podría llegar a romper a ésta.

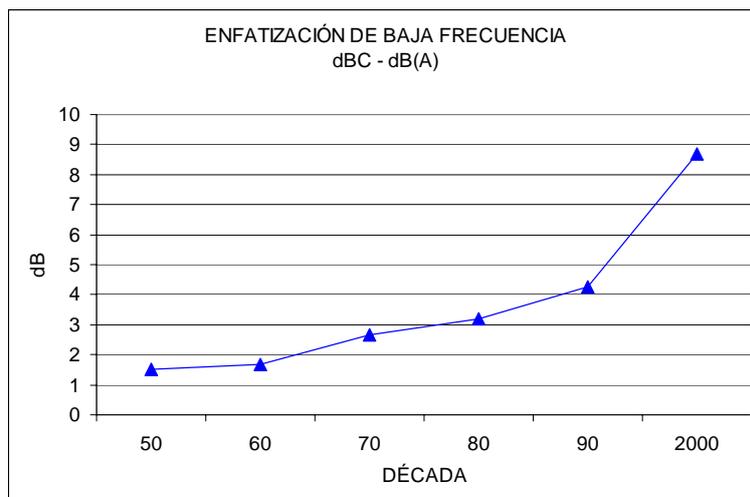
La solución ha sido modificar o alterar la frecuencia del ritmo musical, de forma que inicialmente se aplica una frecuencia mayor, con una pendiente superior. La figura siguiente muestra a la izquierda el sonograma correspondiente a una música de los años 80, centrado sobre el ritmo musical. A su derecha se observa el detalle de la evolución temporal del ritmo musical. Como se puede observar la frecuencia (nota musical) se mantiene constante con el tiempo, con el decrecimiento típico de un instrumento de cuerda (contrabajo eléctrico).



La figura siguiente muestra un fragmento centrado en el ritmo musical correspondiente a una grabación de la década del 2000. Como se puede apreciar, la frecuencia del bajo que marca el ritmo, no es constante como en los registros de los años 80. A la izquierda se muestra el espectrograma donde se observa un deslizamiento de la baja frecuencia. A la derecha un fragmento de la señal temporal donde se comprueba que la nota grave ya no es tal nota. Realmente es un efecto electrónico que permite mejorar el rendimiento del altavoz.



Con la señal anterior aplicada a un altavoz, se consigue que el cono se desplace rápidamente del punto de equilibrio, oscilando después. Estas dos acciones imprimen un grave bien definido y preciso y a su vez permite que el altavoz emita una frecuencia grave mejor que aplicando una señal de la frecuencia requerida. Este efecto unido a una compresión notable de la baja frecuencia hace que el ritmo musical sea fácilmente perceptible en inmisión, a pesar de tener aislamientos acústicos importantes. La figura siguiente resume el incremento de la componente de baja frecuencia evaluada según RD 1367/2007, a partir de la diferencia entre nivel sonoro $LeqC - LeqA$. Como se puede observar en la última década el aumento ha sido bastante espectacular.



CONCLUSIONES

Mantener una convivencia entre actividades musicales y descanso de los vecinos es una tarea complicada y no exenta de dificultades. Generalmente, con un aislamiento acústico mínimo se considera que las zonas sensibles están protegidas. No obstante por la tipología de la música actual, parece bastante razonable pensar que una solución basada únicamente en un aislamiento acústico no es suficiente garantía para no “escuchar” la música. El problema no está con el nivel Leq, sea en dB o en dB(A). El problema reside básicamente, en el elevado grado de compresión de las bajas frecuencias, y en las onda de choque que produce el procesado de señal para hacer más “contundente” el grave, no tanto por un tema de nivel sino de evolución temporal, acercándose en cierta manera a lo que sería una micro-explosión. Dimensionar las estructuras para soportar puntualmente estos niveles sonoros para que no se perciba el ritmo musical, es muy complejo y nada aconsejable económicamente.

Sin un control del nivel sonoro de la actividad de manera que se limite el contenido de baja frecuencia, no se puede garantizar el cumplimiento de la Legislación. No se trata de eliminar estas componentes, o de alterar excesivamente las ecualizaciones, sino establecer unos límites razonables que permitan una percepción suficiente de las bajas frecuencias sin caer en un exceso. Es pues muy importante disponer de equipos que mediante un control acústico, regulen o limiten los niveles de presión acústica dentro del local en función del nivel sonoro.

La tendencia cualitativa de la distribución energética de la música actual es divergente con las necesidades del descanso en un entorno silencioso. La obsesión de algunos técnicos de sonido por tener un grave con “patada” obedece a una deformación cultural que la técnica ha propiciado. En aras a mejorar la convivencia entre actividades musicales y el descanso de los vecinos, debemos ser capaces de educar a los más jóvenes para que rechacen estas producciones musicales tan maquilladas. Solo así se invertirá la actual tendencia y los niveles de baja frecuencia volverán a estar en los valores razonables.

Notemos que asistir a una sesión de jazz en un espacio abierto no supone ningún riesgo de contaminación acústica para los residentes en las inmediaciones, siempre que los instrumentos musicales utilizados sean naturales. En la zona de público situado a unas decenas de metros, el grave del contrabajo se percibe perfectamente con elegancia, sin embargo si nos alejamos un centenar de metros, el grave apenas se percibe, porque no está comprimido. Desde la lejanía la música no molesta porque el ritmo llega muy diluido, y apenas se puede distinguir del ruido ambiente. Otra cosa es que esa misma sesión y con el mismo nivel sonoro entre el público, se haga en base a la reproducción de un CD. La abusiva compresión de las bajas frecuencias, hace que el ritmo se perciba desde varios centenares de metros de una manera machacona.

Los graves que se pueden escuchar de los sistemas home cinema o los televisores de pantalla plana con altavoces de 4” o 6” están lejos de los que pueden ofrecer los altavoces de 12”. Las novedades tecnológicas parecen haber maquillado este aspecto, y han influido sin duda en las preferencias de los usuarios, ofreciendo un grave sintético que se aleja bastante del grave natural de los 70 y 80. Esto también es una cuestión cultural. Se puede observar cada vez con mayor frecuencia a personas que escuchan música directamente a través del teléfono móvil. Paradójicamente, este sonido carente de todo ápice de graves, sería curiosamente la panacea al problema expuesto.