

# ESTADO DEL PROCESO DE IMPLANTACIÓN DEL SONIDO ENVOLVENTE 5.1 EN EL MEDIO RADIO EN ESPAÑA

**Manuel Sánchez Cid**

Profesor Contratado Doctor

Facultad de Ciencias de la Comunicación. Universidad Rey Juan Carlos (URJC) Camino del Molino, s/n, 28943 Fuenlabrada, Madrid (España) – Telf. : 91 488 83 91 Email: [manuel.cid@urjc.es](mailto:manuel.cid@urjc.es)

**Antonio Jesús Benítez Iglesias**

Profesor Ayudante

Facultad de Humanidades, Comunicación y Documentación. Universidad Carlos III de Madrid (UC3M) Edificio Ortega y Gasset C/ Madrid 133, 28903 Getafe (Madrid) Telf. : 91 624 85 86 Email : [abenitez@hum.uc3m.es](mailto:abenitez@hum.uc3m.es)

**Francisco García García**

Catedrático de Universidad

Facultad de Ciencias de la Información. Universidad Complutense de Madrid. Avd. Complutense, s/n Madrid (España) 28043 Tlfn: + 34 649186701 Email: [fghenche@gmail.com](mailto:fghenche@gmail.com) - [www.gruposocmedia.es](http://www.gruposocmedia.es)

## Palabras clave

*Radio, Sonido Envolvente 5.1, evolución tecnológica.*

## Key Words

*Radio, Surround Sound 5.1, technological improvement.*

## Abstract

For the authors, the current situation of the radio in Spain presents a technological immobility that produces an important expressive restriction.

The possibilities that offer the advances of last generation in the field of the surrounding sound are disregarded (neglected) by circumstantial limitations, which incapacitate the productive link of the technology and the expressiveness, which is employed as help at the identity and the communicative capacity of the sonorous messages.

Whereas in countries as Australia, Sweden, Japan, France, Holland, Austria, Norway, Germany, Denmark or USA, one works with the technology of Surround Sound 5.1, in Spain, in the year 2009, scarcely one penetrates into the sound estéreo, turning out to be frankly complex to arouse of the possibilities of the surround system the persons responsible for the way.

## Resumen

Para los autores, la situación actual del medio radio en España presenta un claro inmovilismo tecnológico que tiene como resultado una importante restricción expresiva. Las posibilidades que ofrecen los avances de última generación en el campo del sonido envolvente son desatendidas por limitaciones circunstanciales, que imposibilitan aprovechar el productivo vínculo tecnología y expresividad, que funciona como factor coadyuvante en la identidad y capacidad comunicativa de los mensajes sonoros.

Mientras que en países como Australia, Suecia, Japón, Francia, Holanda, Austria, Noruega, Alemania, Dinamarca o EE.UU., se experimenta con la tecnología de sonido envolvente 5.1, en España, en el año 2009, apenas se ahonda en la producción de programas con sonido estereofónico, resultando francamente complejo concienciar de las posibilidades del sistema envolvente a los responsables de los medios.

El presente trabajo se plantea como una reflexión respecto a las posibles causas del retraso en la aplicación del sonido digital multicanal 5.1 en el medio radio en España.

## Introducción

Aunque el proceso de cambio está en marcha, para la implantación del sonido envolvente 5.1 en la radio española todavía han de superarse una serie de obstáculos: se trata de una tecnología no experimentada por los radiodifusores españoles; necesita una dotación tecnológica específica para su recepción; precisa de unos requisitos espaciales para su producción, y además, de la concienciación del consumidor y el compromiso real de los emisores. No obstante, actualmente la tecnología permite su uso; existe personal cualificado para acometer la producción; su operativa no representa un incremento significativo repercutible en el coste y el consumidor no pone obstáculos a

la implantación del sistema. Por tanto, y desde la perspectiva que nos otorga cierto grado de experiencia en estos aspectos y en calidad (prácticamente) de promotores de su implantación en la radio española, entendemos que son escasos los argumentos esgrimibles para seguir retrasando su implantación frente a los beneficios objetivos que el sistema de sonido 5.1 puede aportar al conjunto de la comunicación radiofónica. Pero antes de acometer un proceso de innovación de forma mecánica, es importante que los radiodifusores comprendan que no sólo significa una mejora tecnológica, sino una garantía de futuro. Por ello, entendemos que el medio debería profun-

dizar en las mejoras que podrían aportarse a los contenidos y tener en consideración la opinión de consumidores y expertos con experiencia en el tema. Este es un requisito

indispensable para toda innovación que pretenda consolidar sus avances como hechos culturales.

## Objetivos

El presente artículo pretende de forma sencilla, evidenciar que la implantación de la tecnología de Sonido Envolvente 5.1 en

la radiodifusión española es posible, es positiva y es necesaria.

## Metodología

Se ha realizado un análisis de relevantes fuentes autorizadas conforme al objeto de estudio. La búsqueda de un método contrastado que permita implementar un proceso consensuado de implantación del

sistema y tecnología aquí descritos, se fundamenta en el estudio de los procesos seguidos por medios de comunicación con procedimientos instaurados definibles como exitosos en tiempo y forma.

# 1. ¿Por qué el sonido envolvente 5.1 para los contenidos radiofónicos?

Resumiendo las características fundamentales ya publicadas en el número 9 de *Icono14*, la propuesta de implantación se basaría en las siguientes observaciones:

- Se trata de un sistema que posibilita el uso del espacio sonoro de forma envolvente, cuya aplicación prioritaria consiste en dotar al mensaje de un mayor realismo, credibilidad, efecto recuerdo y versatilidad narrativa.
- Tanto DAB (Digital Audio Broadcasting), TDT (Televisión Digital Terres-

tre), la difusión vía satélite, cable o Internet, contemplan en sus especificaciones técnicas la posibilidad de trabajar con audio multicanal 5.1. Lo que hace posible poder llegar a sus receptores.

- Las codificaciones actuales de la tecnología 5.1 permiten un alto nivel de compresión haciendo factible su transporte en el espacio radioeléctrico y en la práctica totalidad de los sistemas digitales de difusión. Circunstancia que mejorará progresivamente con la evolución de los esquemas de compresión.

- La implementación de necesidades tecnológicas para generar la señal multicanal en los centros de producción requiere una adaptación asumible no traumática.
- El incremento de los costes de producción es inapreciable y apuntará directamente a la mejora de la calidad de los contenidos.
- Los equipos receptores de los usuarios presentan una notable versatilidad, al decodificar directamente la señal envolvente o permitir la decodificación del audio multicanal en los decodificadores surround implantados en la mayoría de los equipos de amplificación.
- El sonido multicanal 5.1 es capaz de generar un campo sonoro dotado de múltiples ejes de acción.
- El medio radio presenta una situación de privilegio para la utilización exitosa del sonido envolvente y la correspondiente multiperspectiva sonora.
- El incremento de las posibilidades expresivas junto a una potenciación implícita de sus posibilidades creativas, facilita un fortalecimiento de las características senso-perceptivas del mensaje.
- Y como motivo ineludible, utilizar el sonido envolvente permitiría equiparar tecnológicamente a la radio española frente a sus homólogos internacionales, lo que posibilitaría producir y compartir contenidos elaborados con sonido envolvente 5.1 en las emisiones radiofónicas.

## 2. ¿Valora la radio española la opinión de sus oyentes respecto a los cambios tecnológicos?

Sería ilógico cuestionar si la radio española (pública o privada), debería o no ofrecer el mejor de los servicios a sus consumidores. En esencia debería ser así, lo contrario significaría una ruptura básica de compromiso y una ausencia de consideración hacia su público. No obstante, es de prever que directivos, profesionales y oyentes de la radio española contestarían de modo muy distinto a las siguientes cuestiones: ¿aprovecha la radio toda su capacidad comunica-

tiva?, ¿consiguen sus contenidos el impacto e impronta deseados?, ¿sería positivo para la radio mejorar la forma de presentar sus contenidos? y, ¿es pertinente asumir mejoras tecnológicas que permitan incrementar la calidad de sus productos?

Pero ¿qué punto de vista debería tener más peso ante un planteamiento de cambio: el empresarial, el profesional o el de los consumidores? ¿No sería lógico como paso previo, realizar los pertinentes estudios que

permitan objetivar la reacción y opinión del consumidor ante un cambio tecnológico? Conforme al sentido común y para asentar las bases que establezcan criterios razonados de peso de cara a una posible implantación del sistema envolvente, éste sería un planteamiento a seguir; no hacerlo podría resultar arriesgado empresarialmente. Profundizar en un marco general y a su vez en la opinión particular del receptor, requiere de la perspectiva y valoración sociológica (disciplina que tiene mucho que aportar, consecuencia de los cambios y transformaciones que ha experimentado la sociedad en actitudes, comportamientos y hábitos de escucha). Sería substancial, por tanto, un estudio cualitativo continuado y profundo que mejore los actuales informes centrados básicamente en conocer cuántas

personas escuchan, a qué horas, qué cadenas y qué programas.

En otras palabras, dicha investigación, y por lo tanto sus conclusiones, no debería centrarse de forma prioritaria en datos cuantitativos que definan estratos sociales, hábitos y tendencias, sino profundizar en el por qué de las preferencias en función de los contenidos, las formas de presentarlos y las reacciones que estos provocan en el oyente. Estos datos cualitativos de recepción contribuirían a identificar y situar el estado de salud del medio y los posibles aspectos susceptibles de cambio o mejora. Tales certezas, a su vez, no implicarían un coste añadido respecto al actual planteamiento de los estudios ya existentes, sencillamente un enfoque nuevo del cuestionario. Los protocolos a seguir serían prácticamente los mismos.

### **3. Para que una novedad tecnológica se implante masivamente es necesaria una concienciación social**

Todo nuevo planteamiento de innovación tecnológica en un medio de comunicación que lleve implícitas modificaciones con repercusión en los contenidos y hábitos de consumo, además de valorar a priori el mercado, su competencia y las posibilidades de aceptación, implantación y expansión, requiere necesariamente de un intenso ejercicio de información y concienciación de la sociedad. Pero, ¿qué pasaría si ese proceso de información y

concienciación que necesita la sociedad se quiebra? Un claro ejemplo sería el fracasado intento de implantación de la tecnología DAB en España, provocado por una absoluta falta de información hacia la sociedad. Sus representantes solicitaron al Gobierno el pasado mes de febrero que suspendiera la obligación de emitir en digital por la casi nula repercusión que el DAB ha tenido en la población española trece años después de su implantación.

Sin ir más lejos, la página oficial del Foro de la Radio Digital en España (DAB) no ha sido actualizada en más de 18 meses, pues mantiene la última actualización con fecha de abril de 2008 <http://www.radiodigitaldab.com/>, y la propia página que RTVE dedicaba a la DAB, ha dejado de estar operativa, <http://www.rtve.es/dab>.

La DAB en España ha sido una gran desconocida para la mayoría de la población porque nadie se ha preocupado en promocionarla lo suficiente como para despertar el interés de las audiencias y de los anunciantes. En nuestra opinión, la responsabilidad es tanto de las administraciones públicas como de las propias emisoras interesadas. Pero lo verdaderamente llamativo del caso es que la radiodifusión digital supone una inversión de cerca de 30 millones de euros al año, difícilmente justificable sin audiencia. No obstante, una de las posibles razones de peso para la falta de apoyo hacia el proyecto DAB es la casi segura desestabilización que la publicidad local sufriría con el actual planteamiento territorial digital. Caso distinto es el de la TDT, cuya implantación, como se sabe, sí cuenta con un decidido apoyo de la industria en forma de Asociación Nacional de Radiodifusores: *Impulsa TDT*. Esta asociación sostiene un convenio desde 2006 con el Ministerio de Industria, Turismo y Comercio, que expresa la voluntad gubernamental. El diferente tratamiento dado a

un medio frente al otro por parte de todos los implicados no resiste una mínima comparación.

Consultoras como *Media Planning*, *Havas Media*, *Deloitte*, *Lehman Brothers* y *Euroconsult*, coinciden en que dos de los mayores problemas de la actualización tecnológica en los medios de comunicación son la falta de información hacia los consumidores y la no adaptación de los contenidos por parte de los emisores. Se podría decir que de cara a la implantación de una tecnología puede resultar tan negativo no informar a la sociedad, como generar expectativas en el receptor que posteriormente no se cumplan.

Frente al planteamiento de implantación de la DAB en España, resulta interesante citar otros modelos de actuación como los casos de Estados Unidos, Australia o Reino Unido. En Estados Unidos, doce compañías líderes en radio lanzaron una campaña masiva de publicidad -valorada en unos 200 millones de dólares- para acelerar la adopción de *HD Digital Radio*. Es una demostración sin ambigüedades, por parte de los interesados, de un compromiso real encaminado a dar a conocer esta nueva tecnología.

Por otro lado, las agencias de publicidad punteras de Australia y las emisoras de radio digitales, unieron fuerzas a finales de 2008 para proporcionar consejos y guías prácticas para la implementación de la radio digital. Junto a esta acción se generó una campaña multimillonaria de

concienciación sobre la radio digital en 65 idiomas y a través de todas las emisoras de radio comerciales del país situadas en las ciudades más importantes. La fase inicial de la campaña comprende una serie de anuncios con el mensaje "Radio is going digital" (*La radio se vuelve digital*), con la participación de emisoras de radio, fabricantes de receptores, mayoristas y otras empresas implicadas. Y para reforzar el proceso de concienciación, el pasado 6 de Agosto más de 40 emisoras de radio australianas realizaron una promoción en antena llamada *Radio United*, donde se relataban los beneficios de la radio digital. Las transmisiones han tenido como sede Sydney, Melbourne, Adelaida, Brisbane y Perth durante la programación matinal, de 05.30 a 09.00 hora local. Tanto emisoras comerciales como públicas se han unido para la realización de esta campaña.

Otro aspecto relevante que identifica el proceder en la implantación de los recursos tecnológicos innovadores, es la defini-

ción de un estándar compatible que evite a los consumidores constantes renovaciones del parque tecnológico sin márgenes para una mínima amortización por explotación del producto. En Australia se optó directamente por la utilización del DAB+. La *Australian Broadcasting Corporation* (ABC) propuso el lanzamiento global del nuevo servicio de radio digital (DAB+) encabezado por las emisoras *Triple J*, *Newsradio* y *Classic FM* en las ciudades más importantes.

El caso australiano viene a demostrar lo que se podría definir como un proceso lógico en la puesta en marcha de cualquier tecnología novedosa con repercusión directa en el consumidor. En definitiva, se trata de una acción coordinada capaz por una parte de hacer reconocer las posibilidades de la novedad tecnológica, el estado del sector y sus variables de futuro, y por otra, de impulsar un proceso de información y concienciación de todas las partes implicadas, principalmente de los usuarios.

## 4. Para implantar una novedad tecnológica es necesario contar con el interés del medio

Es norma común que los medios valoren la importancia de los conceptos económicos como uno de sus principales objetivos. Este hecho supone un obstáculo para muchos desarrollos y proyectos, pero en el caso de la implantación de la tecnología del sonido

envolvente 5.1 en la radio, lo económico no se presenta como el principal escollo, según se desprende de la experiencia de la APCS (Asociación por la Cultura del Sonido) y de GISECOM (Grupo Investigador del Sonido Envolvente en la Comunica-

ción) conforme a sus actividades relativas al desarrollo, puesta en marcha e investigación del sonido 5.1 en algunos medios españoles. Para estos investigadores, las dificultades encontradas para la implantación de la tecnología 5.1 están más emparentadas con la propia falta de dinámica de las grandes organizaciones, que plantea recelos a la transformación de las estructuras operativas dominantes en el tiempo. También se advierten ciertas limitaciones personalistas, expresión habitual de algunas estructuras que tienen a la inmovilidad como patrón de actuación.

Según la experiencia de GISECOM y APCS en lo referido a la investigación concertada para la implantación de la tecnología envolvente, para que un proyecto tenga éxito deben tenerse en cuenta los siguientes puntos:

1. Que el proyecto no represente un coste adicional para el medio.
2. Que suponga un beneficio o reconocimiento para el avalista, y,
3. Que no desestabilice la dinámica de las estructuras involucradas.

En caso contrario, se obtiene por parte de los medios una extraña situación de inconsistencia y voluntad etérea que resultan tan infructuosas como agotadoras.

Los miembros de APCS y GISECOM han dedicado casi 5 años de esfuerzo a la investigación, desarrollo tecnológico y divulgación de la tecnología del sonido envolvente en España, observando en los protagonistas

de los puntos 2 y 3 anteriormente citados una mayor resistencia al cambio.

Como es lógico, los investigadores se han encontrado igualmente con responsables radiofónicos muy preparados y resolutivos, capaces de ver con claridad las posibilidades de futuro a la hora de implantar la tecnología 5.1.

Pero desgraciadamente se enfrentan a otros importantes problemas, pues no sólo es primordial implementar la tecnología, también hay que producir los contenidos y, casi más importante como se indicó anteriormente, hay que concienciar a la población. A día de hoy, no existe producción ni emisión con sonido envolvente 5.1 en las radios españolas, lo que hace que los esfuerzos realizados no sean todo lo productivos que cabría esperar.

Actualmente el contexto es confuso y complejo. A priori, los responsables más innovadores se ven seducidos por las numerosas posibilidades de mejora que ofrece el sistema, pero la realidad respecto al compromiso global es otra.

Antes de potenciar una tecnología novedosa, es imprescindible que la radio española se implique y solucione algunos aspectos básicos que son necesarios para la viabilidad de futuro del propio medio. En opinión de los autores, los siguientes son los factores más relevantes:

- En España, la mayoría de la población no conoce las diferencias entre radio digital y analógica. Por lo que tampoco



conoce las posibles ventajas y desventajas.

- En España, la radio no tiene una fecha concreta para el apagón analógico. Esta ausencia de concreción provocará, casi con absoluta seguridad, una larga convivencia de la radio analógica y la radio digital, lo que tenderá a consolidar la indefinición del sistema y el retraso de implantación de todos los desarrollos añadidos.
- No existe un modelo tecnológico europeo de radio digital definitivo, y resulta necesario establecerlo. El DAB europeo no termina de cristalizar y la radio por TDT no es la solución ideal para algunos problemas de cobertura. La radio generalista encuentra una posible salida en la digitalización por satélite, pero no es una solución operativa para la programación local. La HD Radio se abre camino de forma progresiva pero tampoco se muestra como estándar definitivo. Las experiencias en Internet se presentan, en el momento actual, como el modelo de radio digital más abierto a la estandarización.
- Los sintonizadores de radio digital son caros, y si se quiere penetrar en el mer-

cado será imprescindible que se reduzca el precio. Ésta ha sido una de las causas objetivas de la escasa implantación del sistema DAB en España. Actualmente el precio de estos dispositivos oscila entre los 40 y los 300 euros.

- La radiodifusión digital tiene un coste elevado, por lo que, de no cambiar la presente situación, muchas radios locales o pequeñas radios se quedarían fuera de la radio digital por ondas.
- La transición de la radio analógica a la digital se enfrenta al desinterés de los oyentes y a la lentitud de las cadenas a la hora de utilizar las ventajas del nuevo formato.

En definitiva, a estas alturas no existen movimientos que expresen un interés o un compromiso por parte de emisoras y administraciones hacia una implantación sólida de la radio digital por ondas. Esta desidia repercute de forma directa y negativa en la aplicación de desarrollos como el Sonido Envolvente, lo que no significa que sea imposible su aplicación en otras formas de difusión. La radio por Internet parece actualmente la vía más factible.

## 5. Aspectos técnicos a tener en cuenta para la implantación de la tecnología envolvente

Resulta conveniente, en toda implantación tecnológica, identificar y definir la suma de factores que intervendrán de forma directa o indirecta en su puesta en marcha. En el presente caso se dan tres fundamentalmente: (Grupo de calidad: 2009:10)

- el de la producción o contribución,
- el del transporte de la señal o distribución, y
- el de la recepción.

A continuación se detallan algunos de los requisitos básicos a tener en cuenta en los citados escenarios.

### 5.1. Aspectos técnicos en la producción

La implantación del Sonido Envolvente 5.1 en los centros de producción radiofónicos requiere de una implementación tecnológica específica complementaria a la existente actualmente en las instalaciones. Pero antes de acometer cualquier reestructuración tecnológica, por pequeña que sea, será primordial definir la programación que se producirá con dicha tecnología. Ciertamente es que el sonido envolvente multicanal mejora el aspecto comunicativo siempre, pero, por lógica, en una implantación progresiva se pueden establecer prioridades y grados de utilidad, junto con unos hitos que confron-

ten logros comunicativos con etapas de cumplimiento de la transición en cuanto a equipamiento. Plantear aquí las posibles necesidades de cada emisora sería atrevido y complejo al tiempo, por tanto, como paso previo, se entiende como prudente definir una estructura de emisión que especifique los programas y contenidos que deben ser tratados espacialmente.

Una vez resuelta esta cuestión, será necesario establecer el número de controles de sonido que se van a implementar (bien de continuidad, bien de producción), así como las unidades móviles y centros de producción externos.

Definidos estos aspectos básicos, será oportuno considerar los siguientes:

Implementación tecnológica en:

- Sistemas de captación microfónica.
- Sistemas de mezcla.
- Sistemas de grabación y reproducción.
- Sistemas de edición y postproducción.
- Sistemas de procesado y codificación (bien incluidos en los sistemas de mezcla y postproducción o como elemento externo).
- Sistemas de conmutación y distribución de la señal tanto en controles de conti-

nuidad y producción como en Control Central.

- Sistemas de escucha según norma (ITU-775).
- Posible adaptación espacial en controles. No es estrictamente necesario salvo incumplimiento grave de la norma ITU-775 en lo referente a distribución espacial de los altavoces.

Citados algunos de los aspectos básicos a tener en cuenta en una adaptación tecnológica hacia el Sonido Envolverte 5.1, se deben valorar los aspectos técnico-creativos. Estos definirán la estrategia expresiva de los contenidos conforme a los siguientes modelos: según un modelo estándar (menos arriesgado pero más monótono expresivamente), en el que el oyente siempre percibe la acción principal desde fuera de la misma o como espectador; o según un modelo rupturista (más atrevido e impactante pero a su vez más desconocido para la audiencia), en el que el oyente percibe la acción principal experimentando un efecto de inmersión en la misma. Semejante decisión queda a criterio de los responsables que interactúan en los contenidos.

Según la tipología de contenidos resultará necesario definir unos protocolos de actuación que traten la presencia y ubicación del sonido ambiente, el posicionamiento y direccionamiento de la acción, la determinación de las atmósferas, la distribución de músicas y otros conceptos fundamentales

básicos para la creación de una identidad corporativa sonora.

## ***5.2. Aspectos técnicos en la transmisión y difusión***

La digitalización del proceso de transmisión ha permitido un mayor aprovechamiento del ancho de banda de la señal —y se trata de un proceso dinámico y vivo—, lo que posibilita un incremento del número de canales o bloques, y por tanto de programas, junto a la posibilidad de incorporar numerosos servicios adicionales, entre ellos el sonido envolvente discreto. El número de canales/bloques dependerá del tipo de soporte, ya sea vía satélite, terrestre o por Internet. El número de programas vendrá determinado por el ancho de banda del canal y por la cantidad de datos que se le aplique a cada programa, aunque es oportuno recordar que la multiplexación permite anchos de banda variables conforme a la necesidad. Actualmente, los diferentes sistemas de transporte y difusión de la señal permiten gestionar un número variable de programas con sonido 5.1 dependiendo del algoritmo de compresión y de la cantidad de datos que se manejen. La modulación digital admite la posibilidad de utilización de sonido envolvente 5.1 en todas las opciones de difusión de la señal: vía terrestre, vía satélite y la difusión por cable y por Internet.

Según las consideraciones anteriores, es posible establecer los siguientes aspectos como factores a tener en cuenta para el

almacenamiento, transporte y difusión de la señal de sonido envolvente 5.1:

Genéricos:

- Tipo de soporte.
- Tipo de codificación de soporte.
- Tipo de modulación.
- Norma de Audio.
- Ancho de banda.
- Velocidad de transmisión.
- Tecnología de codificación.

Específicos del algoritmo:

- Frecuencia de muestreo.
- Tasa de bits (bitrate).
- Número de canales de audio.
- Profundidad de bit o palabra.

Los soportes disponibles para el uso de la señal de sonido 5.1 en la señal de radio digital para España serían básicamente DAB y DAB+, radio por TDT, satélite y cable e Internet. A continuación se presenta un resumen en forma de desglose de los aspectos arriba enumerados, con idea de ofrecer una rápida referencia:

### **DAB y DAB+: (Sistema dinámico)**

En MPEG 1 capa 2 (MP2), MPEG 2 y HE-AAC Banda de frecuencia VHF = de 30 a 300 MHz .

Tanto el DAB como el DAB+ están en la banda III del VHF (lo que antes eran los canales de TV en VHF), por encima del canal 4. De hecho va desde el canal 7 al 11 del VHF. La diferencia entre DAB y DAB+

radica en el codec, puesto que las frecuencias son las mismas. El DAB+ es un codec mejorado del DAB (el DAB es MP2 y el DAB+ mejora la calidad de audio con menor Tasa de bits). Como ejemplo de asignación de la señal DAB en España, tenemos las siguiente cifras: 1,536 MHz / 1.560 Mbps = 6 programas flexibles entre 192 /256 + datos añadidos por programa = 0,26 MHz por cada programa de audio. Con dicha disposición se podría emitir en el mejor de los casos, audio envolvente 5.1 con un codec Dolby Digital a 256 Kbps limitado a 16 KHz de frecuencia máxima, y con HE-AAC a 192 Kbps con máxima calidad.

- Ancho de banda por bloque/canal= 1.5 MHz
- Ancho de banda de datos = 2.3 Mbps – (3 Mbps deseable)
- Ancho de banda para audio= 1.56 Mbps.
- Cada canal/bloque = hasta 6 programas de Radio (variable)
- Ancho de banda por programa = dinámico. No suele superar los 256 Kbps, pero al ser variable permite su modificación. En España, se ha establecido legalmente la difusión de seis programas por cada canal o bloque en DAB. RNE ha ampliado recientemente su tasa de datos a 320 Kbps.
- En función del algoritmo de compresión empleado se podrá definir el

número de programas por canal o bloque.

### **Radio por TDT: (Sistema estadístico dinámico).**

En MPEG 1 layer 2, MPEG 2 y capacidad de MPEG 4 HE-AAC

- Banda de frecuencia UHF = 300 a 3000 MHz
- Ancho de banda por canal o múltiplex =(6,7 u 8 MHz por canal)
- Cada canal = 20 Mbps
- Cada canal= 4 pgm's. de Televisión y 4 de Radio
- Cantidad total de datos asignada a sonido = entre 1,5 y 2 Mbps.
- Cada programa TV = 4,5 Mbps – Variable
- Con 4 programas de TV y 4 de Radio = variable:
  - o Aproximadamente 256 Kbps para cada programa de TV.
  - o Aproximadamente 192 Kbps para cada programa de radio.
- 20% para datos añadidos.

### **Radio vía SATÉLITE:**

En MPEG 1 layer 2, MPEG 2 y capacidad de MPEG 4 HE-AAC

- Frecuencia de banda = 1 GHz a 100 GHz
- Cada banda =(500 MHz aprx. c/u)
- Ancho de banda por canal=(36 MHz c/u)

- Cada canal = 36 Mbps aprx.
- Cada canal= (nº variable de pgms de Radio)
- Cantidad total de datos asignada a sonido = variable.
- Cada programa de TV = entre 4,5 y 6 Mbps – Variable
- Cada programas de Radio= variable – de 64 a 320 kbps.
- 20% para datos añadidos.

La combinación de los sistemas terrestre y satélite en la difusión de la señal de radio se realiza a través de dos sistemas:

- Híbrido: con una misma frecuencia, transmisores terrestres de baja potencia complementan la cobertura básica que facilita el satélite.
- Complementario: la señal que envía el satélite es retransmitida a las zonas de sombra por transmisores terrestres con una frecuencia diferente.

Para la distribución de la señal, la transmisión por satélite se concentra en los centros urbanos para receptores fijos, mientras que la transmisión por vía terrestre se dirige a receptores en movimiento.

Según las cifras expuestas, y realizando una valoración estrictamente fundamentada en la cantidad de datos aplicable, cada bloque DAB, cada múltiplex TDT y cada canal de Satélite podría flexibilizar su estructura en función del peso de cada señal, haciendo factible la transmisión y difusión de conte-

nidos radiofónicos con sonido envolvente 5.1.

### **INTERNET y CABLE:**

Internet, además de permitir la recepción de programas radiofónicos en directo, también admite la selección y descarga de contenidos fuera de la programación en tiempo real con carácter individualizado.

Dentro de la tipología del cable, el sistema de acceso de banda ancha por fibra óptica de última generación permite hasta 10 veces mayor velocidad que el ADSL (Asymmetric Digital Subscriber Line); el sistema se llama VDSL2 (Very High Data Digital Subscriber Line 2) y posibilita alcanzar hasta 100 Mbps en ambos sentidos, es decir, 5 veces más rápido que el mayor flujo de datos del ADSL profesional actual. Las especificaciones para este sistema están recogidas en la Recomendación UIT-T G.993.2.

La señal de radio por Cable e Internet, facilita una mayor permisibilidad a la hora de configurar la cantidad de datos de los programas dinámicamente dentro de un ancho de banda máximo establecido, lo que facilita una tasa de bits variable en función del criterio del emisor. El sistema puede acomodarse a los flujos y demanda de datos consiguiendo reorganizar su estructura de bloque. En el caso de streaming (servicio virtual de descarga), el principal problema puede estar en el caudal de la demanda, siendo necesario considerar el ancho de banda en función del número de sollicitu-

des a fin de evitar cortes y retrasos en la señal. Dichos soportes admiten la transmisión de contenidos radiofónicos en 5.1 con una calidad de señal o bitrate de 192, 256 ó 384 Kbps, siempre referidos a los estándares existentes actualmente.

### **5.3 Limitaciones técnicas en la transmisión**

A pesar de disponer de sistemas digitales con un mayor ancho de banda y codificaciones más robustas y eficientes que exigen menores tasas de transmisión de datos, hoy por hoy se puede comprobar cómo la calidad del audio de algunas transmisiones digitales es menor que la emitida por la FM. Casos como el de la BBC, que emite DAB con codec de audio MP2 y con un bitrate de 128 Kbps para señal estéreo, cifra que se demuestra insuficiente para un mínimo de calidad en la señal musical, por cuanto la tasa de datos recomendable para obtener dicha calidad es de 256 Kbps. A 192 kbps ya resulta relativamente sencillo escuchar las imperfecciones. La causa está en que algunos Gobiernos tratan de maximizar los ingresos procedentes de licencias del espectro disponible. Esto significa permitir tantas estaciones como sea posible o lo que es lo mismo:

- Una reducción de la tasa de bits al nivel mínimo de calidad permisible para señal estéreo.
- Esto representa una tasa de 128 kbps para estéreo y 80 kbps o incluso 64 kbps para señal mono (como se ha ve-

nido comentando, se trata de una cifra excesivamente crítica en cuando se añade contenido musical).

Normalmente, las cadenas privadas de todo el mundo difunden su material estéreo a 256 kbits, mientras que sus homólogos de la radiodifusión pública -incluidas Canadian Broadcasting Corporation, Channel Africa, Deutsche Welle, Radio France Internationale, Radio Canadá Internacional, Radio Nederland, SABC, Singapur Broadcasting Corporation, entre otras-, lo hacen a 384 Kbps. Un par de excepciones son la BBC, que emite a 192 en el mejor de los casos, y RNE que ha ampliado su señal recientemente a 256 y 320 Kbps.

#### ***5.4. Aspectos relevantes en la recepción y escucha***

En la gran mayoría de las ocasiones en las que se ha implantado un avance tecnológico referido directa o indirectamente al ocio, la sociedad actúa como consumidor consciente de una necesidad creada artificialmente por la presión del mercado. Pero en el presente caso, el proceso es inverso y a favor, ya que la radio va por detrás de una sociedad ya sensibilizada por otros productos del sector del ocio en el hogar, sin querer darse cuenta del terreno ya ganado. Por contra, no se evidencia que la sociedad española ponga obstáculos a la incorporación de nuevas tecnologías si realmente éstas pueden suponer un valor añadido. Es más, cerca de 5 millones de hogares ya disponen de la base tecnológica principal

gracias a la implantación masiva del home-cinema -datos de “Understanding & Solutions, Spain Home Cinema Development”.

En lo tocante a la recepción y escucha de la señal de radio con sonido 5.1, no se ha ofrecido al consumidor una explicación precisa por parte de las instituciones implicadas de la razón por la que pueda resultar interesante implantar dicha tecnología. Por desgracia y de forma genérica, el usuario recibe una serie de impulsos más encaminados a una visión mercantilista que a la concienciación de la utilidad del servicio ofertado.

Por otra parte, aunque en España los precios de los receptores con capacidad para recibir radio digital se han normalizado respecto a las diferencias existentes de hace dos o tres años, todavía sigue siendo un mercado caro respecto al resto de Europa. Si la comparación la llevamos a mercados de Asia u Oceanía, la diferencia de precio se dispara. No obstante, el mayor problema estaría en el parque de los receptores de DAB, ya que la implantación de los sistemas receptores de TDT, Satélite e Internet obtiene una importante cifra de penetración de mercado español.

Salvadas estas dos circunstancias (la explicación objetiva de las cualidades y posibilidades técnicas junto a la normalización del precio de los receptores), los requerimientos en los hogares para la escucha envolvente supondrían la existencia de:

- Un sistema de altavoces con capacidad envolvente 5.1.
- Un sistema de amplificación con decodificador.

Respecto al primer punto, actualmente existe en el mercado una diversidad de productos para el entorno doméstico que oscila entre los 30 y los 600 euros. Evidentemente existen equipos de mayores prestaciones y cuantía, pero consideramos que conforme a los condicionantes de la escucha en entorno doméstico este abanico representa un margen de opciones lógico.

En relación al segundo punto, como casi la totalidad de los sistemas receptores de radio digital no tienen incorporado el chip decodificador de señal 5.1, se recomienda utilizar las salidas digitales (S-PDIF u óptica) del sistema para puentear la señal recibida hacia un decodificador externo. Por ello será necesario un decodificador com-

patible que suele estar implementado en los sistemas de amplificación con previo externos. En la mayoría de los casos el sistema suele integrar el equipo de altavoces con característica envolvente.

Se puede dar el caso híbrido de un sistema externo decodificador/previo sin amplificación que convierta la señal digital codificada 5.1 en las correspondientes salidas discretas enrutables al sistema de altavoces activos.

Existen otras características añadidas que pueden influir en la correcta recepción de la señal envolvente, pero por ser excesivamente técnicas entendemos que no son asumibles en el presente trabajo: nos referimos al posicionamiento de los altavoces, los ajustes de sincronización y retardo de las señales discretas, las condiciones espaciales y las condiciones acústicas del entorno, entre otras.

## Conclusiones

La implantación efectiva de la tecnología de Sonido Envolverte 5.1 en la radio española es posible, pero con anterioridad sería conveniente solventar la indecisión existente en el sector respecto a la implantación definitiva de la radio digital. El panorama actual del sector radiofónico en España respecto a la digitalización del medio, transmite una confusión generalizada consecuencia de un claro abandono y desinterés por parte de la mayoría de los secto-

res implicados. Se entiende que el desarrollo e implantación definitiva de la radio digital en España está en manos de las administraciones correspondientes y de los medios públicos y privados concernidos, siendo ellos quienes deben impulsar la estandarización del sistema a nivel nacional. Asimismo, insistimos nuevamente en la necesidad de completar los aspectos formales establecidos a lo largo del trabajo de cara al éxito en la implantación de toda



novedad tecnológica. A su vez, y como punto esencial para la adopción definitiva de la radio digital en el ámbito comercial, será necesario definir con claridad las posibles repercusiones en el sector publicitario, el cual, una vez implantada, deberá convencerse de las verdaderas posibilidades comunicativas del sonido envolvente 5.1, que en su caso se centrarán en la confirmación de la eficacia de la publicidad radiofónica con dicha tecnología. Cuestión tratada en el trabajo denominado “Sonido Envolverte 5.1: una posible solución a la crisis publicitaria radiofónica en España”. (Sánchez Cid, M.: 2008).

Se fundamenta aquí la implantación del avance tecnológico 5.1, a partir de una clara mejora de carácter comunicativo pero no sólo con objeto de multiplicar las posibilidades narrativo-expresivas en los contenidos de la radio generalista, sino con la intención también de potenciar un posible desarrollo en la radio temática, lo que muy posiblemente generaría nuevos contenidos

no explotados hasta la fecha o permitiría retomar algunos abandonados por falta de iniciativa o por exceso de monotonía. Por tanto, es fundamental un mayor esfuerzo por parte de las empresas de radiodifusión en la implantación del sistema, en la creación de contenidos y en la ampliación de ofertas de programación.

Han pasado demasiados años desde la aparición del estéreo como para desperdiciar la oportunidad de avance que representa el Sonido Envolverte 5.1. Posiblemente éste sea el momento ideal para que la radio española dé un nuevo paso hacia delante; nos referimos a un cambio de concepto formal, a una nueva forma de hacer y entender el mensaje radiofónico. No se descarta que en un futuro se pueda conseguir la excitación de otros sentidos a través de la radio pero, a fecha de hoy, es incuestionable que la verdadera revolución sensorial a través de la tecnología digital se obtiene con la aplicación del sonido envolvente 5.1.

## Referencias

ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE RADIODIFUSIÓN COMERCIAL – FORO DE LA RADIO DIGITAL [España]. Recuperado en Junio de 2009, a partir de <http://www.radiodigitaldab.com/index.htm>

AUDIO ENGINEERING SOCIETY [Estados Unidos] (AES). (s.d.). Recuperado en Junio de 2009, a partir de <http://www.aes.org/>

BARTLETT, B., BARTLETT, J. (2002). *Practical Recording Techniques*, London, Focal Press.

BIRKNER, C. (2004). *Practical Recording Sound Surround*, London, SMT.

British Broadcasting Corporation (BBC) (s.d.) [Reino Unido]. Recuperado en Junio de 2009, a partir de <http://www.bbc.co.uk/radio/>

Club DAB Italia [Italia]. Recuperado en Junio de 2009, a partir de <http://www.dab.it/web2/index.php>

- DAB Digital Radio Stations Online [Islandia]. Recuperado en Junio de 2009, a partir de <http://www.radiostations.co.uk/>
- DAB Ensembles Worldwide [Reino Unido]. Recuperado en Junio de 2009, a partir de <http://www.wohnort.org/dab/>
- DOCTORPROAUDIO [España]. Recuperado en Junio de 2009, a partir de <http://www.doctoraudio.com/>
- EMMETT, JOHN R. (2001). Metering for Multichannel Audio. SMPTE Journal, (August 2001), 532-536, <http://www.smpte.org>.
- EMMETT, JOHN R. (2001). Multichannel Audio. AES, Convention Paper, 5369, 110th (Convention 2001, May 12-15). Ámsterdam, <http://www.smpte.org>.
- FERNÁNDEZ, J. L. (2005). Introducción a sonido en video juegos (1ª parte). <http://www.codepixel.com/tutoriales/sonido1/>
- Fundación Eroski [España]. Recuperado en Junio de 2009, a partir de <http://www.consumer.es/web/es/tecnologia/internet/2009/01/20/182614.php>
- GRUPO DE CALIDAD DEL SERVICIO DE TELEVISIÓN DIGITAL TERRESTRE (2009): Manual de buenas prácticas cadena de recepción, Subdirección General de Infraestructuras y Normativa Técnica, [http://www.televisiandigital.es/NR/rdonlyres/A224E76B-CB4C-43EC-82568C6EF2E3D487/0/2009\\_03\\_27\\_ManualdeBuenasPrácticasCadenaRecepción32.pdf](http://www.televisiandigital.es/NR/rdonlyres/A224E76B-CB4C-43EC-82568C6EF2E3D487/0/2009_03_27_ManualdeBuenasPrácticasCadenaRecepción32.pdf) (acceso en Junio de 2009).
- HAMASAKI, K. (2001). Multichannel Sound in TV Technical and Aesthetic Approach. SMPTE Journal, (September 2001), 608-614, <http://www.smpte.org>.
- HAMASAKI, K. (2002). Multichannel audio in broadcast applications. NHK PRIMEDIA Business Magazines & Media Inc., Broadcast Engineering. (August 1, 2002), <http://www.nhk.org.jp/digital/en/technique/02html>.
- HAMASAKI, K. (2004) "Multichannel audio in broadcast applications", NHK PRIMEDIA Business Magazines & Media Inc.
- HD Digital Radio Alliance Association [Estados Unidos]. Recuperado en Junio de 2009, a partir de <http://www.hdradioalliance.com/>
- HOLMAN, T. (2000). 5.1 Surround Sound. Up and Running. Boston: Focal Press.
- HOLMAN, T. (2002). Sound for Film and Television, London, Focal Press.
- IMPULSATDT [España]. Recuperado en Junio de 2009, a partir de <http://www.impulsatdt.es/>
- International Telecommunication Union (ITU) (s.d.) [Suiza]. Recuperado en Junio de 2009, a partir de <http://www.itu.int/en/pages/default.aspx>
- KORNACK, A. (2001) "Problems Related to Surround Production", AES, Convention Paper 5374, Ámsterdam
- KORNACKI, A. (2001). Problems Related to Surround Sound Production. AES, Convention Paper 5374, SMPTE Journal. (May 12-15, 2001, Amsterdam), <http://www.smpte.org>.
- SÁNCHEZ CID, M. (2008). Sonido Envolverte 5.1: una posible solución a la crisis publicitaria radiofónica en España, Madrid, Dykinson.
- Sirius Satellite Radio [Estados Unidos]. Recuperado en Junio de 2009, a partir de <http://www.sirius.com/>
- TELE SATELITE PUBLICACIONES ESPAÑA SL [España]. Recuperado en Junio de 2009, a partir de <http://www.alta-definicion.net/>
- UK DAB Info [Reino Unido]. Recuperado en Junio de 2009, a partir de <http://www.uk-dab.info/new/ukd.asp>
- World DAB - Digital Multimedia Broadcasting [Reino Unido]. Recuperado en Junio de 2009, a partir de [http://www.worlddab.org/country\\_information/](http://www.worlddab.org/country_information/)

## Anexo: Breve Glosario

**Bloque de Frecuencias:** Lo que en televisión digital se denomina canal radioeléctrico en radio digital recibe el nombre de bloque de frecuencias y tiene un ancho de banda de aproximadamente 1,5 MHz. Por lo tanto, caben cuatro bloques de radio (A, B, C y D) en cada canal de televisión analógica de las bandas de VHF (7MHz). La utilización del DAB implica un importante aprovechamiento del espectro radioeléctrico, que ahora cabría en un espacio aproximadamente 5 veces menor que el que ha estado utilizando la FM.

**DAB:** Digital Audio Broadcasting. Sistema de emisión y recepción digital de la señal radiofónica adoptado por los países europeos. Basado en el sistema de modulación de señal multiportadora (COFDM) y en las técnicas de compresión de audio MPEG1 Y MPEG2.

**DAB+:** Lleva estandarizado desde 2007 y aporta mejoras al modelo anterior de DAB: mayor cobertura, más servicios por múltiplex, costes más bajos (por emisora), guía electrónica de programación, texto deslizante, Pause&Rewind (que permite volver a escuchar un contenido), sistema de corrección de errores de codificación mejorado gracias a Reed-Solomon, codec de audio HE-AAC v2 (MP4), que es aproximadamente el doble de eficaz que DAB, debido a la incorporación del codec de audio AAC, que proporciona alta calidad de audio con un menor ancho de banda de datos. Como desventaja apreciable, DAB no es compatible con el nuevo DAB +, lo que significa que los receptores DAB antiguos no serán capaces de recibir emisiones DAB +.

**HD Radio Alliance:** Estaciones de radio de toda Europa se han unido en la asociación European HD Radio Alliance, que tiene como objetivo el fomento de la tecnología de radio de alta definición (HD Radio). Esta asociación se une a las ya creadas en Brasil y en Estados Unidos. El 22 de octubre de 2007 se anunció en Lucerna, Suiza, la formación de la Alianza Europea

de Radio HD. Organización diseñada para promover y apoyar el despliegue de la tecnología de Radio HD en todo el continente. <http://www.hd-radio.ch/en/5106729a0d13c1733/index.html>

**HE-AAC:** (High-Efficiency Advanced Audio Coding, o Codificación Avanzada de Audio de alta eficacia). Se trata de un esquema de compresión para audio digital que utiliza bajas cifras de tasa de bits, y que está optimizado para streaming de sonido (Wikipedia: <http://en.wikipedia.org/wiki/HE-AAC>)

**MPEG:** Motion Picture Experts Group (Grupo de Expertos de Imágenes en Movimiento). Estándar ISO, fundado en 1988, dedicado a la definición de las normas de compresión de imagen en movimiento.

**MPEG-1:** Norma MPEG (ISO 11172) diseñada para trabajar a un máximo aproximado de 1,5 Mbits/s, que es la velocidad de funcionamiento del CD-ROM.

**MPEG-2:** Norma MPEG (ISO 13818) diseñada para trabajar con calidades que van desde VHS, hasta broadcast, tanto en resolución estándar como en alta definición. Para ello se utilizan diferentes “Perfiles de Codificación” y “Niveles de Codificación”. La velocidad de transferencia es de 1.2 Mbits/s y puede ser considerado como la evolución del MPEG-1.

**MPEG-3:** Definición dentro de la norma MPEG que no llegó a convertirse en estándar por integrarse finalmente en la norma MPEG-2 dedicada a la televisión de alta definición (HDTV).

**MPEG-4:** Estándar de codificación que integra televisión digital, aplicaciones gráficas interactivas y distribución de contenidos a través de Internet, cable, etc.

**MPEG-7:** Estándar para la descripción de los datos asociados al contenido del material multimedia, de forma que éste pueda ser buscado, filtrado o procesado. Se encuentra en desarrollo. Fuente: Diccionario Audiovisual de Antena 3, (AA.VV, 2001:74).

**Multiplexado:** método de transmisión de datos que permite que varios programas y otros servicios adicionales puedan ser transmitidos simultáneamente por un mismo canal de frecuencia. La multiplexación se puede realizar en intervalos de tiempos distintos para las diferentes señales o bien sobre múltiplex portadoras de frecuencia distinta.

**Norma ITU-775:** Normativa internacional que establece las recomendaciones a seguir respecto a la ubicación de los sistemas de reproducción envolventes 5.1, en función de los entornos de trabajo y recepción, que consiste en la distribución de los 6 altavoces partiendo del altavoz central o grado 0.  $L_f -30^\circ / C_f 0^\circ / R_f +30^\circ / L_s -110^\circ / R_s +110^\circ$ . Se trata de una distribución que proporciona una integración coherente de los campos sonoros frontal y posterior evitando saltos o vacíos en la reproducción y consiguiendo una buena coherencia sonora.

**Sonido 5.1:** técnica de sonido que cuenta con 6 canales independientes, definidos como: frontal izquierdo (L), frontal central (C), frontal derecho (R), trasero izquierdo (LS), trasero derecho (LR) y (SUB/LFE). El canal SUB es una décima parte aproximada de las frecuencias del resto de canales, por eso es denominado .1. La tecnología 5.1 está destinada a recrear un entorno sonoro de  $360^\circ$ .

**Sonido estereofónico:** sistema de grabación, reproducción, emisión y recepción que emplea dos canales de sonido capaces de establecer diferencias espaciales en un ángulo de  $60^\circ$

**Sonido monofónico:** sistema de grabación y reproducción que emplea un único canal de sonido; no permite referencias espaciales lateralizadas, pero sí de profundidad

**TDI:** Televisión Digital Terrestre. Sistema de emisión y recepción digital de la señal de televisión, de reciente implantación en Europa. Basado en el estándar MPH y la codificación MPEG2.

**UHF:** (acrónimo de Ultra High Frequency). Banda de frecuencias del espectro radioeléctrico que está comprendida entre las frecuencias 300 a 3000 MHz.

**VHF:** (acrónimo de Very High Frequency). Banda de frecuencia del espectro radioeléctrico que está comprendida entre las frecuencias de 30 a 300 MHz. Tanto el DAB como el DAB+ están en la banda III del VHF (lo que antes eran los canales de TV en VHF), por encima del canal 4. De hecho va desde el canal 7 al 11 del VHF. La diferencia entre DAB y DAB+ radica en el codec, puesto que las frecuencias son las mismas. El DAB+ es un codec mejorado del DAB (el DAB es Mp2 y el DAB+ mejora la calidad de audio con menor tasa de bits). Como ejemplo de asignación de la señal DAB en España, tenemos las siguiente cifras:  $1,536 \text{ MHz} / 1.560 \text{ Mbps} = 6$  programas flexibles entre  $192 / 256 +$  datos añadidos por programa  $= 0,26 \text{ MHz}$  por cada programa de audio. Con dicha disposición se podría emitir en el mejor de los casos, audio envolvente 5.1 con un codec Dolby Digital a 256 Kbps limitado a 16 KHz de frecuencia máxima, y con HE-AAC a 192 Kbps con máxima calidad.

Procede de la investigación Sonido envolvente: Funcionalidad expresiva en la Comunicación Audiovisual. Modelos de aplicación, financiada por la Universidad Rey Juan Carlos y la Comunidad de Madrid. Ayudas para la financiación del Programa de Creación y Consolidación de Grupos de Investigación 2008. Competitivo. Referencia CAM: CCG08-URJC/HUM-3492.

#### *Cita de este artículo*

Sánchez Cid, M.; Benítez, A.; García García, F. (2009) Sonido envolvente 5.1. en la Radio española *Revista Icono14 [en línea] 11 de 11 de 2009, N° 13*. pp. 239-258. Recuperado (Fecha de acceso), de <http://www.icono14.net>