

El espacio como recurso musical

Proyecto de investigación Máster en Música



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

DCADHA

(Departamento de Comunicación Audiovisual, Documentación e
Historia del Arte)

Director: Blas Payri

(bpayri@har.upv.es)

Alumno: José Luis Miralles Bono

(josmibo@posgrado.upv.es)

Valencia, Septiembre de 2007

Índice de contenidos

Preámbulo.....	4
Introducción.....	7
I – Utilización real del espacio en música.....	8
Obras pasadas.....	8
Obras presentes.....	18
II – Análisis del espacio como recurso musical: teorías y posibilidades.....	22
La sala de conciertos.....	22
Teorías sobre los usos del espacio.....	27
La interpretación espacial - A. Vande Gorne.....	27
El interprete espacializador – Ambrose Field.....	31
Software para el espacio - Merlier.....	31
Herramientas para componer el espacio - Duchenne.....	35
A la conquista del espacio.....	37
III - Experimentos en el uso musical del espacio.....	40
Elementos portadores de forma.....	40
Nociones del espacio.....	42
Material sonoro.....	43
Condiciones a ser examinadas: secuencias vs sonidos aislados.....	45
Escucha fuera de contexto.....	48
Escucha contextual.....	49
Conclusiones.....	51
Bibliografía.....	53

Índice de ilustraciones

Imagen 1: Hodie Christus natus est (1597) de G. Gabrieli. pg1 (transcrita por Ulrich Alpers).....	9
Imagen 2: Hodie Christus natus est (1597) de	10
Imagen 3: Plaudite comnis terra de G. Gabrieli (transcrita por Fritz Brodersen).....	11

Imagen 4: Extractos de la Sonata Pian'e Forte de G. Gabrieli (Historical Anthology of Music Volume I, por A.TDavison and W.Appel.....	12
Imagen 5: Serenata Nocturna Kv 239. W. A. Mozart.....	14
Imagen 6: Nocturno para 4 orquestas Kv 286 W. A. Mozart pg1.....	15
Imagen 7: Nocturno para 4 orquestas Kv 286 W. A. Mozart pg2.....	16
Imagen 8: Disposición instrumental de Gruppen de Stockhausen en el estreno en 1958.....	20
Imagen 9: Disposición clásica de concierto.....	23
Imagen 10: Distintas distribuciones de las zonas de público y músicos ideadas por Stockhausen.....	25
Imagen 11: El Acusmonium con F. Bayle en el panel de control, en la Sala Olivier Messiaen, Maison de Radio France, Paris, in 1980.....	26
Imagen 12: El sistema de difusión BEAST.....	26
Imagen 13: El Acoustigloo.....	26
Imagen 14: Karlheinz Stockhausen, «Spherical Concert Hall», 1970.....	28
Imagen 15: Tipos de figuras espaciales: variación discreta (izquierda), variación triangular continua (centro) y variación sinusoidal (derecha).	47
Imagen 16: Tipo de variación discreta con patrón de aceleración temporal (izquierda) y con patrón irregular temporal (derecha).....	48
Imagen 17: Tipo de variación sinusoidal con factor de velocidad lento (izquierda) y con factor de velocidad rápido (derecha).....	48

Índice de tablas

Tabla 1: Propuesta de clasificación de los distintos usos del espacio en música.....	21
Tabla 2: Ventajas e inconvenientes de los distintos tipos de software según Merlier.....	34
Tabla 3: Relación de las propiedades espaciales de los distintos sonidos creados para el experimento.....	49

Preámbulo

"I love the sound of the flute: it is beautiful when one hears it gradually approaching from the distance, and also when it is played near by and then moves far away until it becomes very faint."

The Pillow Book, Sei Shônagon (Japan, XIth century)

En la filosofía de las artes se ha gustado siempre de clasificarlas según su naturaleza; y siendo las artes producto del hombre, lo es por lo tanto igualmente su naturaleza. Indicar la naturaleza de un objeto significa darle atributos y definir sus propiedades; significa más consciente o inconscientemente decir lo que puede y lo que no puede hacer. Por lo que cuando, en el marco conceptual occidental, tan ducho a las oposiciones, encontramos que la música es un arte del tiempo (Zeitkunst), y la arquitectura, pintura, escultura, etc... lo son del espacio (Raumkunst) estamos potenciando ciertos aspectos de la naturaleza de cada disciplina artística en detrimento de otros. Por eso mismo, entre otras muchas razones, la tradición musical occidental se ha preocupado fundamentalmente en organizar su discurso en torno a la ordenación del tiempo, un tiempo "a la occidental". Una ordenación métrica constante y simétrica (el pulso fijo) fue el tejido para la especulación renacentista sobre los compases, ordenaciones igualmente constantes y simétricas del pulso. Y llegados al clasicismo los compases ya definitivamente se ordenan de nuevo constante y simétricamente en semifrases, frases, períodos, secciones, y todas las demás preocupaciones del análisis formal musical tal y como lo conocemos hoy en día en los conservatorios. La ordenación constante y simétrica creció desde la mínima expresión temporal hasta abarcar la totalidad de la obra en su conjunto hablando de las proporciones de las secciones.

Pero aún así, el tiempo no fue el parámetro fundamental en la evolución musical occidental. La ordenación descrita es constante y simétrica *per se*, es decir, regular: no posee direccionalidad, no existe una evolución, funciona como un *perpetuum mobile*. Así pues, la música occidental necesitaría de otro parámetro para otorgarle una direccionalidad al tiempo. Es aquí donde entra en acción la armonía, esto es, la ordenación de las frecuencias en un eje cartesiano, donde el vector Y representa la verticalidad, acordes, y el X la encadenación de éstos. A estos dos parámetros, ritmo y altura, se le sumaron la dinámica y el timbre, con los cuales la tradición occidental evolucionó durante unos 200 años, antes de llegar al derrumbamiento armónico que coincidió con el advenimiento de la pintura abstracta. La desaparición de dicha ordenación fue a la par con la crisis estética e introdujo el ocaso de la tonalidad. Esto provocó que se investigase en la búsqueda de nuevos tipos de ordenación, al tiempo que en un replanteamiento de la propia naturaleza de la música.

Una de las definiciones mas extendidas de música fue y sigue siendo la de “El arte de organizar los sonidos en el tiempo”. Esta es una definición que hace honor a la evolución en la ordenación que acabamos de ver: lo que se ordena son los sonidos, las frecuencias, en un medio que se da por sentado, por preestablecido, el tiempo. La dinámica y el timbre fueron accesorios en cuanto que se entendían como inherentes al sonido. Pero lo que esta definición ignora en absoluto es al espacio. Si bien cada sonido en sí tiene una dinámica (amplitud de onda) y un timbre (espectro armónico) no genera ninguna información de espacio o espacialización. Es el oyente el que le confiere esta cualidad. Pero, hasta hace poco, al oyente se le consideraba en occidente como un receptor pasivo que no interactua con la obra de arte en general y con una composición en particular, lo cual equivale a decir que no la identifica como parte suya. O sea: ... *es inmutable y (unidireccional) sale de un mismo lugar.*

Hoy en día ya se realizan innumerables investigaciones que van más allá del estudio de las diferentes disciplinas musicales (solfeo, armonía, contrapunto, etc...), y se ocupan de las cualidades del sonido en sí. En el ámbito de la composición esto ha tenido unas consecuencias obvias. El serialismo integral es fruto de una concepción enteramente dependiente de sus unidades constructivas definidas en los parámetros (concepción atomista de la música); la música conceptual redefine lo que es música; bajo apariencia pseudocientífica, el espectralismo francés no se erige sobre las unidades paramétricas, sino que parte de un nivel inferior, a saber, las propiedades de dicho parámetros (concepción subatomista de la música).

En el siglo XX, al desaparecer la tonalidad, el compositor ha seguido una evolución adquiriendo roles secundarios a su figura de creador. Primeramente apareció el compositor-maestro, compositor que escribía tratados o métodos de composición (El caso de Schönberg con su “*Harmonielehre*”, o Messiaen con su “*Técnica de mi lenguaje musical*” o “*Traité de rythme, de couleur, et d’ornithologie*”), creando sus escuelas de alumnos (La segunda escuela de Viena en el caso de Schönberg, y la legión de alumnos de Messiaen -Boulez, Xenakis, Murail, etc...-). En las siguientes generaciones de compositores aparecieron aquellos que se dieron cuenta que con la intuición de los tratados no bastaba, que había que experimentar en los laboratorios, es el caso de Boulez en el IRCAM en Francia, o Stockhausen en el Estudio de Música de Electrónica de Nordwestdeutscher Rundfunk de Colonia. Pero esta generación, más que investigar, experimentaba con lo que se podía hacer en los laboratorios de música electrónica, y de rebote aplica las nuevas intuiciones en la composición. El espacio también ha sido objeto de dicha investigación y si bien ha tenido tímida repercusión en la música instrumental, ha sido en la música electroacústica donde la investigación y la creación artística han ido a la par.

Introducción

El espacio ha sido ampliamente investigado en psicoacústica [Blauert 1997], pero no tanto sus posibilidades de ser un elemento portador de forma, de una manera funcionalmente aplicable a la composición musical. No como mero adorno o transgresor de la concepción homogénea de la obra, sino como nuevo elemento organizador del discurso musical. Es decir, que el oyente sea capaz, por ejemplo, de reconocer patrones de trayectorias como ideas motívicas. Esta visión aun no ha sido estudiada en profundidad, y menos aún aplicada a la composición musical. El compositor François Donato deja muy clara esta idea hablando acerca de la difusión de obras electroacústicas durante los conciertos [Donato 1996]:

The essential parameter that we use in our concerts, namely space, remains rather mysterious. In almost each case, we proceed in an empirical, completely intuitive way, by using our basic tool - hearing - to control the effect of our actions at the projection console table. It is already rich, carrying an already interesting potential of musical quality, but it is not sufficient. We miss information on the real effects of the perception of space, on the possible archetypes of hearing, whereas for centuries, we piled up a wide knowledge on the perception of the usual parameters, pitch, intensity, durations and more recently (in Europe), on the timbre. We are at the moment at a rather naive stage in the use of space for the enhancement of music.”

Como dice Donato, este trabajo ya se ha hecho con los parámetros considerados usuales por la tradición occidental; altura, intensidad, duración y últimamente timbre, pero el espacio sigue siendo un camino inexplorado en este sentido. Por eso aquí creemos en la importancia de iniciar una investigación con esta doble perspectiva, y que los resultados de la investigación tengan un sentido musical aplicable. Por un lado, alcanzar el rigor científico en la investigación de la naturaleza tanto del parámetro como de su propia percepción por parte de los oyentes, para luego saber la

realidad de si el espacio puede ser usado en la composición y la interpretación / difusión con la categoría de elemento portador de forma como los otros parámetros, con palabras científicas; y sí es que sí, con que limitaciones psicológicas, es decir: de que manera.

La estructura del presente trabajo se divide en tres partes. Una primera en la que se realiza un breve recorrido por la utilización real del espacio a través de algunos ejemplos significativos de obras pasadas y presentes, y una segunda parte donde se realiza un estudio comparativo sobre las teorías y posibilidades que definen diversos compositores e investigadores en el estudio del espacio musical, así como la formación de un léxico básico que permita una mayor comprensión de los conceptos.

Por último, y la parte mas novedosa e interesante de este trabajo, es la tercera sección, donde se aborda la creación de unos experimentos diseñados específicamente para analizar la verdadera realidad perceptiva del uso del espacio como parámetro en un contexto musical que ha sido actualmente olvidada por las principales corrientes de investigación tanto psicoacústica como musical. Es decir, encontrar las propiedades musicales y perceptivas del espacio frente a los demás parámetros tradicionales: frecuencia, intensidad, duración y timbre.

I – Utilización real del espacio en música

Obras pasadas

Si bien desde la antigüedad sabemos de músicas específicas para ritos específicos que poseían su lugar concreto, el uso consciente de las posibilidades espaciales en la composición musical se dio fundamentalmente en las iglesias y catedrales con dos órganos. Y a pesar de que en Alemania hay un número considerable de iglesias y catedrales con 2 órganos (Como la Catedral de Colonia, o de Maguncia), es en la Basílica de San Marcos de Venecia donde el uso del espacio ha pasado a la historia.

El primer compositor en hacer famosas las posibilidades compositivas en la Basílica de san Marcos fue su maestro de capilla Adrian Willaert (1490-1562) con diferentes coros repartidos por la Basílica, gracias a sus peculiaridades arquitectónicas, con galerías separadas y órganos y coros enfrentados. Giovanni Gabrieli (1557-1612) fue organista de San Marcos y allí compuso mucha música utilizando las posibilidades acústicas y de espacialización que ofrecía. Aunque debido a las limitaciones de coordinar los 2 coros enfrentados de la época, el estilo desarrollado se fundamente principalmente en la alternancia, la imitación y los ecos.

Ejemplos de obras de G. Gabrieli donde podemos apreciar este uso del espacio son:

Hodie Christus natus est (1597) (Imagen 1 e Imagen 2)

The image shows a musical score for the piece 'Hodie Christus natus est' by Giovanni Gabrieli. The score is arranged for five voices: Soprano, Alto, Tenor, and Bass. The lyrics are: 'Ho - di - e Chri - stus na - tus est, al - le - lu - ia, al - le - lu - ia,'. The score is in 3/4 time and has a key signature of one sharp (F#). The score shows a complex polyphonic texture with multiple voices and instruments.

Imagen 1: Hodie Christus natus est (1597) de G. Gabrieli. pgl (transcrita por Ulrich Alpers)

10

ia, al - le - lu - ia, al - le - lu - ia, al - le - lu - ia.

ia, al - le - lu - ia, al - le - lu - ia, al - le - lu - ia.

ia, al - le - lu - ia, al - le - lu - ia, al - le - lu - ia.

ia, al - le - lu - ia, al - le - lu - ia, al - le - lu - ia.

ia, al - le - lu - ia, al - le - lu - ia, al - le - lu - ia.

4

al - le - lu - ia, al - le - lu - ia. Ho - di - e sal - va - tor ap -

al - le - lu - ia, al - le - lu - ia. Ho - di - e sal - va - tor ap - pa -

al - le - lu - ia, al - le - lu - ia. Ho - di - e sal - va -

al - le - lu - ia, al - le - lu - ia. Ho - di - e sal - va - tor ap -

al - le - lu - ia, al - le - lu - ia. Ho - di - e sal - va -

15

20

al - le - lu - ia, al - le - lu -

al - le - lu - ia, al - le - lu -

al - le - lu - ia, al - le - lu -

al - le - lu - ia, al - le - lu -

al - le - lu - ia, al - le - lu -

pa - ru - it, ap - pa - ru - it, al - le - lu - ia, al - le - lu - ia.

ru - it, ap - pa - ru - it, al - le - lu - ia, al - le - lu - ia.

tor ap - pa - ru - it, al - le - lu - ia, al - le - lu - ia.

pa - ru - it, ap - pa - ru - it, al - le - lu - ia, al - le - lu - ia.

tor ap - pa - ru - it, ap - pa - ru - it, al - le - lu - ia, al - le - lu - ia.

Imagen 2: *Hodie Christus natus est* (1597) de

G. Gabrieli . pg2 (transcrita por Ulrich Alpers)

Otro ejemplo: “Plaudite comnis terra” (Imagen 3) Motete a 3 coros,

donde entrelaza tres voces diferentes de diferentes coros al inicio. Ya que va a usar mas coros de los habituales, primero los presenta para que el oyente los identifique posteriormente:

The image displays a musical score for three choirs, each with four vocal parts. The score is written in a key signature of two flats (B-flat and E-flat) and a common time signature (C). The lyrics are in Latin and are distributed across the vocal parts of each choir.

Chor 1

- 1. Stimme: Ju - bi -
- 2. Stimme: Ju - bi -
- 3. Stimme: Ju - bi -
- 4. Stimme: Plau - di - te. Ju - bi -

Chor 2

- 5. Stimme: (Silence)
- 6. Stimme: (Silence)
- 7. Stimme: Plau - di - te.
- 8. Stimme: (Silence)

Chor 3

- 9. Stimme: Psal - li - te.
- 10. Stimme: (Silence)
- 11. Stimme: (Silence)
- 12. Stimme: (Silence)

Imagen 3: *Plaudite comnis terra de G. Gabrieli* (transcrita por Fritz Brodersen)

El uso del espacio propició la inserción de otros parámetros en el acervo de los recursos compositivos de la época, como la dinámica y el timbre. Podemos encontrar las primeras indicaciones de dinámica e incluso timbre, en la instrumentación de la “Sonata Pian' e Forte” (Imagen 4) de la colección de las “Symphonie Sacrae” (ca. 1597). Aquí, cuando toca un coro (instrumental): lleva la indicación de piano, y al tocar los dos juntos: fuerte.

Sonata Pian' e Forte

Giovanni Gabrieli

The image displays three systems of musical notation for the 'Sonata Pian' e Forte' by Giovanni Gabrieli. The first system, labeled 'Coro I', features a Cornett and Trombone I staff in the treble clef and Trombone II and III staves in the bass clef. The music begins with a piano (*p*) dynamic. The second system, starting at measure 26 and labeled 'Tutti', includes a Cor (horn) staff in the treble clef and Trombone II, III, IV, V, and VI staves in the bass clef. This section is marked with a forte (*f*) dynamic. The third system, starting at measure 30 and labeled 'Coro I', features a Cor and Trombone I staff in the treble clef and Trombone II, III, IV, V, and VI staves in the bass clef. This section returns to a piano (*p*) dynamic.

Imagen 4: Extractos de la Sonata Pian'e Forte de G. Gabrieli (*Historical Anthology of Music Volume I*, por A.T.Davison and W.Appel).

Básicamente el juego espacial utilizado es el de la imitación, el eco, la repetición, que va pasando de coro en coro; y ésta es la misma idea que define al Ricercare, forma musical precursora directa de la fuga. Posteriormente a estos experimentos hechos en San Markos, los siguientes usos del espacio en música ya debemos encontrarlos en pleno clasicismo, con W.A. Mozart, donde en su Serenata Nocturna (Kv 239) y su Nocturno para 4 orquestas (Kv 286) usa los efectos de eco barrocos con una separación de grupos instrumentales. La idea de eco en si misma encierra una concepción espacial. Aunque si antes el eco utilizado por Gabrieli era una simple potenciación de una realidad acústica, ahora pasa a una simulación virtual, y poco a poco a formar parte de la construcción musical sin tener relación directa con el espacio. Como vemos en el ejemplo de la Serenata Nocturna (Imagen 5), sigue utilizando las indicaciones de Fuerte para los tutti de las dos orquestas, y los Piano para cuando suena una sola. Aunque si bien en los ejemplos de San Marcos, los coros (vocales o instrumentales) solían ser igual de importantes, ahora vemos como en Mozart hay un orquesta principal y otra secundaria de refuerzo o haciendo pequeñas contestaciones en determinados puntos.

Serenade in D

Serenata notturna

KV 239

Vollendet Salzburg, im Januar 1776

MARCIA
Maestoso

The score is arranged for a woodwind ensemble and a string ensemble. The woodwinds include Violino I & II, Viola I & II, and Violoncello. The strings include Violino I & II, Viola I & II, and Violoncello. The score is in 2/4 time and D major. The tempo is Maestoso. The woodwinds play a rhythmic pattern of eighth notes, while the strings provide a steady accompaniment. The score includes dynamic markings such as *f* (forte) and *p* (piano), and articulation like trills (*tr*) and accents (^).

*) Im Autograph: Violone.

Internationale Stiftung Mozarteum, Online Publications (2006)

Imagen 5: Serenata Nocturna Kv 239. W. A. Mozart

Notturmo

für vier Orchester

KV 286 (269a)*)

Entstanden angeblich Salzburg,
Dezember 1776 oder Januar 1777

Andante

Orchestra I

Orchestra II

Orchestra III

Orchestra IV

l'Echo (mo**)

*) Wahrscheinlich nicht alle Sätze überliefert; vgl. Vorwort.

**) So in Mozarts verschollenem Autograph, vgl. Krit. Bericht.

© 1981 by Bärenreiter-Verlag, Kassel

Internationale Stiftung Mozarteum, Online Publications (2006)

Imagen 6: Nocturno para 4 orquestas Kv 286 W. A. Mozart pgl

The musical score is presented in three systems, each consisting of five staves. The top staff is the vocal line, and the four staves below are for the orchestra (flute, violin I, violin II, and cello/bass). The key signature is one sharp (F#) and the time signature is 3/4. The score includes various musical notations such as notes, rests, and dynamic markings. Two specific passages are marked with 'l'Echo 2do*' and 'l'Echo 3o*'. The first system shows the beginning of the piece with a vocal line and orchestral accompaniment. The second system features the first echo passage. The third system features the second echo passage.

*) So in Mozarts verschollenem Autograph, vgl. Krit. Bericht.

Imagen 7: Nocturno para 4 orquestas Kv 286 W. A. Mozart pg2

Sin embargo en esta obra para 4 orquestas (Imagen 6 y Imagen 7) , ya no hay una orquesta principal tan claramente como antes ya que ahora el discurso está organizado en una concatenación de ecos entre las cuatro orquestas, si bien el recorrido del eco es siempre el mismo; de la orquesta 1 a la 4; indicando las primeras veces, incluso la palabra “echo” en cada orquesta durante las primera cadena de imitaciones.

Los siguientes ejemplos ya son del romanticismo, con Berlioz, donde ahora el uso del espacio responde a necesidades dramáticas y ceremoniales, como es el caso de la Grande Messe des morts, que en la primera parte de la obra coloca 200 músicos entre 4 fanfarrias, que se hallan en los vertices del crucero bajo la cúpula de la iglesia de Saint-Louis des Invalides. Estos 200 músicos debían además llevar los restos de las víctimas de las revueltas de “Las 3 gloriosas jornadas de julio” antes de la Revolución Francesa. La segunda mitad de la obra especifica que se ha de interpretar en un lugar diferente, éste ha de ser en la plaza durante la ceremonia de inhumación.

Pero los ejemplos comentados son solo pequeñas anécdotas dentro de la tradición occidental (se puede encontrar un pequeño análisis de más ejemplos en el libro de [Arнау 2005]). K. Stockhausen en su escrito Musik und Raum [Stockhausen 1962], realiza una comparación entre los diferentes parámetros del repertorio orquestal convencional (hasta el postromanticismo y las primeras vanguardias) ordenándolos por importancia.

En primer lugar sitúa a la melodía-armonía, ya que poseemos 88 diferentes frecuencias (tomando como referencia el número de teclas del piano). Tampoco habla de intervalos ya que se da por supuesto que cuantos mas elementos hay, mayor variedad de intervalos entre elementos se puede conseguir. Pero sí se interesa, como veremos mas adelante, sobre la percepción entre dos elementos distintos de un mismo parámetro. Luego

aparece la métrica y la rítmica con todas las unidades que van desde 1/8 de segundo hasta 8 segundos, de cuyo intervalo diferencia 44 unidades temporales diferentes. Después habla de color; distinguiendo 22 timbres básicos dentro de una orquesta. En cuarto lugar de importancia a las dinámicas con 10 unidades (desde “ppp” hasta “fff”). Y en último lugar la procedencia del sonido (Tonort); que es 1.

Cuando habla de intervalos entre elementos de un mismo parámetro, utiliza la multiplicación por 3. En hercios, indica que se obtiene la “quinta” y es un intervalo reconocible. En duraciones, ya no es tan fácil de diferenciar aisladamente pero podemos notarlo e incluso medirle e interpretarlo. En timbre no tenemos nada parecido. En volumen se desarrolló el decibelio, y en espacio tampoco no tenemos nada que entendamos como multiplicado por tres.

Obras presentes

En la actualidad hay diferentes maneras de utilizar el espacio en la composición, interpretación o difusión musical. Examinemos algunos ejemplos:

- Die Soldaten of B. A. Zimmermann: Una composición instrumental sin ninguna consideración espacial en su construcción, pero que requiere de una específica difusión de altavoces.
- Gruppen de K. Stockhausen: Una composición instrumental con una distribución espacial de los instrumentistas específica (Imagen 8). Es para 3 orquestas.
- Fabrica Illuminata de L. Nono: Una composición electroacústica que requiere una difusión en un lugar específico. Grabó y modificó sonidos de una fábrica y el estreno se hizo en la misma fábrica.

- 4ª Sinfonía de C. Ives; composición instrumental donde se necesitan dos orquestas, una con pulso fijo en el escenario, y otra debajo de él moviéndose y con un pulso variable para así mejorar la diferenciación entre ambas.
- Deserts de E. Varèse; composición mixta para instrumentistas y sonidos grabados (sirenas de barcos)
- Vox Alia de A. Vande Gorne: composición electroacústica con una completa fijación de los sonidos en multitrack. [Vande Gorne 2002].

The seating arrangement of the first performance

At the later performances in Donaueschingen and Vienna the seating arrangements had to be changed because of unfavourable acoustics of the hall: the strings to the right of the conductor, the winds and percussion to the left. If possible, however, the arrangement given here should be used.

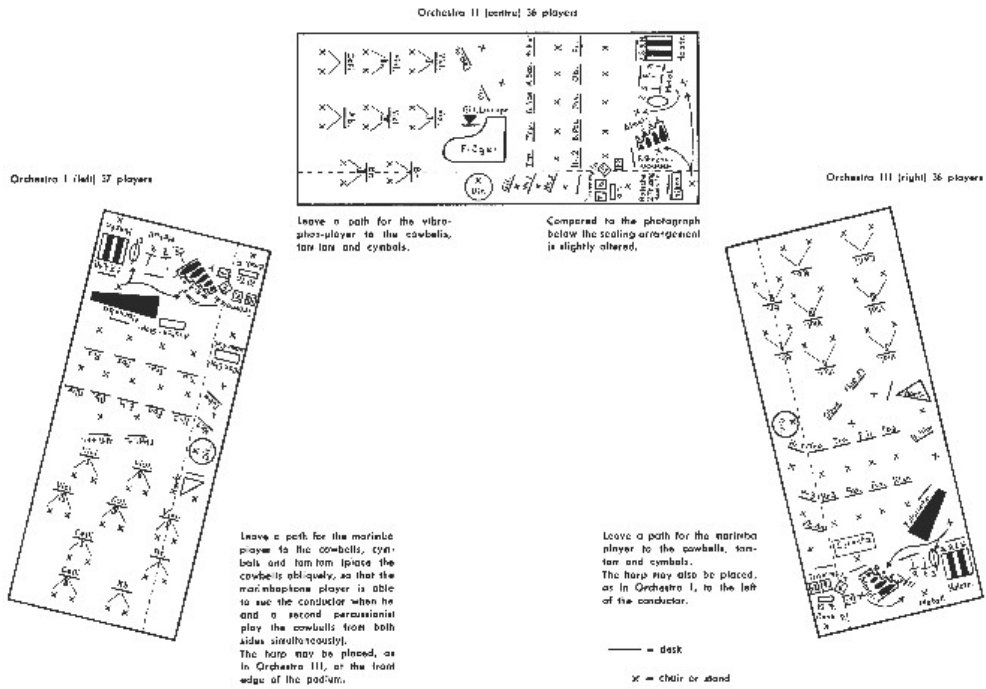


Imagen 8: Disposición instrumental de Gruppen de Stockhausen en el estreno en 1958

Como vemos hay diferentes maneras de aproximarse al uso de espacio, que además no son excluyentes. Un estudio en mayor profundidad de los usos del espacio en música contemporánea se puede encontrar en [Trochimczyk 2001]. La Tabla 1 es una propuesta para organizarlas.

Según Material				Espacialización						Tipo de síntesis	Ejemplos
Instrumentos	Electroacústica	Mixtos	Tiempo real	Lugar específico		De intérpretes		De altavoces			
				Sí	No	Sí	No	Sí	No		
X					X		X	X			Die Soldaten
X					X	Fijos					Gruppen
	X			X							Fabrica Illuminata
X					X	Móviles					Ives
	X				X		X	X			Vox Alia multitrack

Tabla 1: Propuesta de clasificación de los distintos usos del espacio en música

Más concretamente en el uso del espacio en la música electroacústica, Felipe Otondo ha realizado recientemente un estudio [Otondo 2007b] sobre el sistema de espacialización utilizado por los compositores. Obteniendo un 66% de compositores utilizando el sistema stereo, un 44% 8 canales, un 26% el sistema Surround 5.1, y un 21% el cuadrafónico. En cuanto a los usos mayoritariamente utilizados encontramos la búsqueda de una mayor claridad del material, la creación de un espacio en la composición, una función dramática, el movimiento del sonido y la interpretación con difusión en vivo. Se puede encontrar más

detalles en los distintos usos del espacio en música en [Moore 2004], [Zvonar 2005], [Austin 2006], [Burns 2006], [Gauthier 2006] y [Otondo 2007a]. Y mas concretamente y bajo la dirección del IRCAM: [Nicolas 2004]

II – Análisis del espacio como recurso musical: teorías y posibilidades

La sala de conciertos

Durante el período clásico y romántico la distribución espacial de los músicos era siempre la misma; siguiendo el ideal francés de las escuelas militares del siglo XIX. En el ritual del concierto de música clásica tenemos siempre la misma disposición, como se puede observar en la Imagen 9.

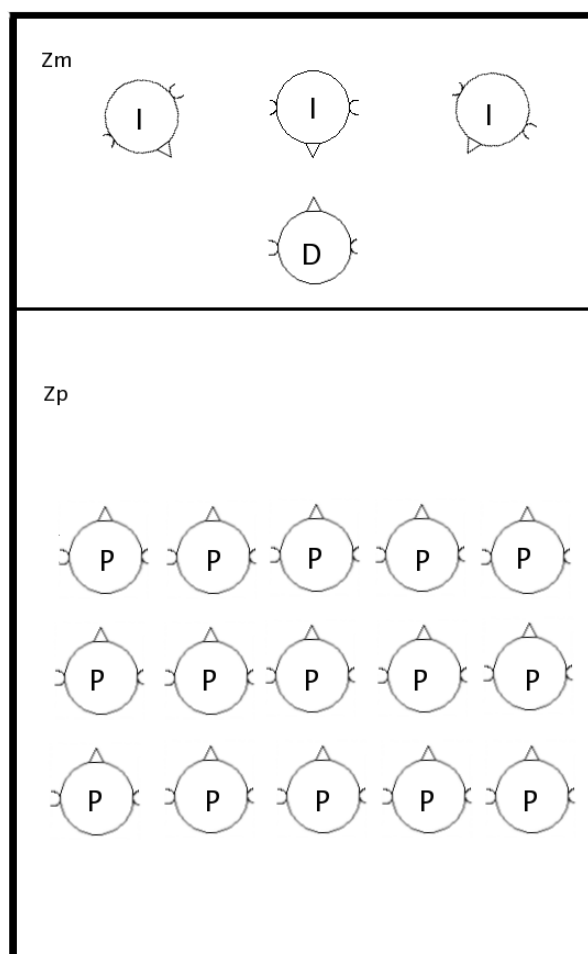


Imagen 9: Disposición clásica de concierto

Donde tenemos dos zonas claramente diferenciadas; Zm, zona de los músicos, y la Zp, zona del público. En la Zm tenemos dos tipos de orientaciones; las de los intérpretes (I) y en el caso de que lo hubiere la del director (D), y los intérpretes están encarados al director, y este está de espaldas al público (P) puesto que tiene la misma orientación que ellos; de esta manera el público puede ver a los intérpretes, y estos a su vez al director.

Esta disposición en espacio frontal tiene su sentido social, en tanto en cuanto era la burguesía decimonónica la que acudía a los conciertos y pagaba por presenciar una actuación: “yo pago, tu me das algo”. En otros casos, como el de la ópera donde el público más interesado que en acudir a un espectáculo, quería mostrarse y ver a los demás, se tienen disposiciones

ligeramente distintas con el público en elipse, para que puedan verse entre sí mas fácilmente.

En el siglo XX, se replanteó esta situación frontal de concierto y se propusieron otras disposiciones, pero pronto se percataron que las disposiciones estarían condicionadas siempre por las salas que albergaran dichos conciertos. En este sentido, en una época donde querían eliminarse todas las constricciones, Stockhausen ideó un nuevo tipo de recinto [Stockhausen 1962] que pudiera satisfacer todas las disposiciones de público y músicos. Aunque todavía no se ha llevado a cabo tal construcción, dejó 11 indicaciones que deberían cumplir tales salas.

1. Ser cuadradas o circulares, y no rectangulares, ya que de esta manera se podría decidir disposiciones simétricas o asimétricas, por que si tenemos una sala rectangular que no es simétrica nos estamos forzando a disposiciones simétricas.

2. Sin podio fijo. Para no obligar a los músicos a estar en el mismo lugar. Así, entre otras muchas posibilidades podríamos tener la como vemos en la Imagen 10, la siguiente distribución de zonas. Y se podría añadir que para solucionar el problema de la dirección de los músicos esparcidos utilizar o varios directores, o un solo director con pantallas.

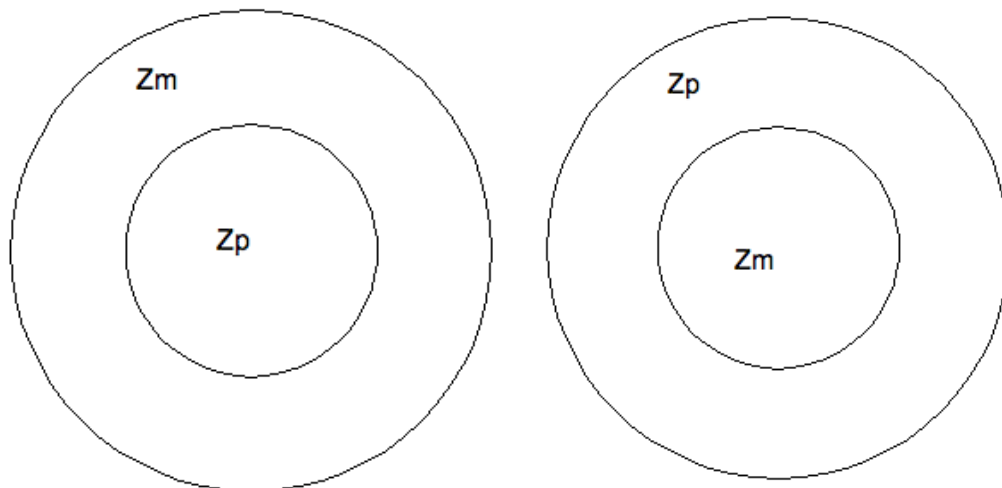


Imagen 10: Distintas distribuciones de las zonas de público y músicos ideadas por Stockhausen

3. Suelo llano
4. Distribución de butacas flexible (esto se complementa con el punto 2)
5. Techos y paredes con conexiones para altavoces y micrófonos
6. Balcones suspendidos para músicos
7. Propiedades acústicas de la sala controladas y flexibles
8. Situado fuera de la sala, un estudio para controlar desde las propiedades acústicas de la sala en cualquier momento hasta modificar las alturas y demás parámetros que realizan los intérpretes.
9. Iluminación controlada
10. Atriles móviles con luz
11. Sillas, no sofás.

Fruto de esta búsqueda de intentar adaptar la sala de conciertos alas

nuevas inquietudes espaciales han surgido diferentes sistemas de difusión, como son el Acusmonium (Imagen 11), ideado por F. Bayle en 1974 y usado originalmente por el GRM (Groupe de Recherches Musicales), el BEAST (Imagen 12) por la Universidad de Birmingham, u otros ya comentados como el Ambisonics o el Surround 5.1, entre otros. O lugares “portables” específicamente diseñados para la escucha espacial como el “Acoustigloo” (Imagen 13).



Imagen 12: El sistema de difusión BEAST



Imagen 11: El Acusmonium con F. Bayle en el panel de control, en la Sala Olivier Messiaen, Maison de Radio France, Paris, in 1980



Imagen 13: El Acoustigloo

Teorías sobre los usos del espacio

La literatura científica respecto a la utilización del espacio como recurso musical es bastante reciente, y parece surgir más de los ámbitos de los compositores de electroacústica; seguramente por las mayores posibilidades técnicas de la espacialización que permite.

La interpretación espacial - A. Vande Gorne.

En el artículo de [Vande Gorne 2002] se presenta una interesante diferenciación de categorías de espacios.

1. Espacio ambifónico: Sería aquel que rodearía por completo al espectador. Como ejemplo histórico propone las iglesias bizantinas. Otros ejemplos más actuales serían la esfera de la exposición universal de Osaka en 1970 de K. Stockhausen (Imagen 14) la cual está rodeada de altavoces en la pared (al ser una esfera poseía una única pared), y el suelo llano, suspendido en medio de la esfera. el hipotético suelo era poroso para permitir el paso del sonido de los altavoces de abajo. El otro ejemplo se produjo en la otra exposición universal de Bruselas de 1958 en el Pavellón Philips construido por Le Corbusier, en el que se distribuían al rededor de 425 altavoces que difundían el Poema Electrónico de Varèse y Concret P.H. de Xénakis. También comenta como ejemplo ambifónico más extendido que estos casos concretos el uso del Dolby o THX en las salas de cine o home cinemas. A este respecto es interesante el artículo de F. Otondo sobre el Surround 5.1 [Otondo 2005]

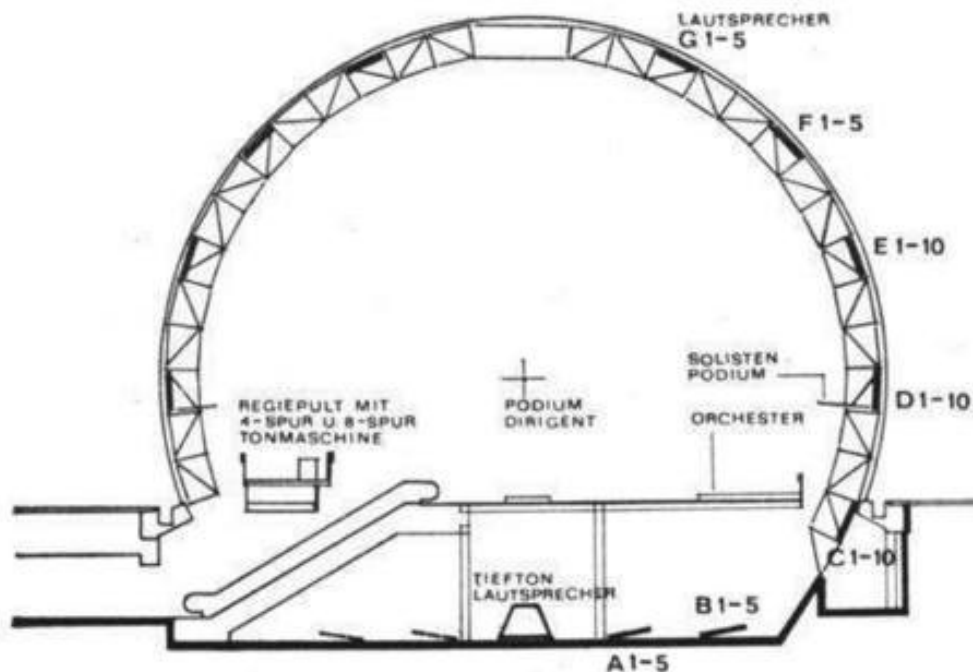


Imagen 14: Karlheinz Stockhausen, «Spherical Concert Hall», 1970

2. Espacio fuente: opuesto al anterior, es aquel donde el origen del sonido (el altavoz físico) se localiza con precisión. Cuando se utiliza un canal mono, bi o multipista (pero no estereofónico). Esto provoca un entorno puntillista y no tan continuo como el anterior.

3. Espacio geométrico: sería aquel en el cual el espacio está entendido como una intersección de líneas y planos y ayudándonos de fuentes multipista pensar en el sonido en términos de composición del espacio; mono, bi, quadri, triple estéreo, octophonico, etc...

4. Espacio ilusión: sería aquel que simula la profundidad de campo de los objetos sonoros

Esta diferenciación de categorías de espacio, realmente poco

práctica, se centra en las diferentes sensaciones que se puede provocar con el uso del espacio en el oyente. La primera sería una sensación de inmersión total en una masa sonora, la segunda como estar rodeado (pero no ocupando el mismo lugar) de una constelación de fuentes sonoras. La tercera, se aparta de la concepción perceptiva de las otras categorías hablándonos más de como organizar el espacio, y la cuarta se centra en la simulación de las propiedades acústicas de la sala y los objetos sonoros en ella dispuestos.

Otra parte importante del artículo se centra ya no tanto a nivel logístico de la sala y que tipo de espacio simular en ella, sino más bien a nivel compositivo en que tipo de “figuras espaciales” son posibles, es decir que trayectorias realizarían los objetos sonoros entre altavoces. De cada figura hace primero la definición y indica las posibles funciones musicales que pueden cumplir:

- *fondu enchaîne*: de uno a otro sin pasar por el “agujero”; reforzar una disolución, cambiar de plano, trazar un trayecto.
- *démasquage*: el anterior a la inversa, a partir de una masa dada hacemos escuchar el grupo deseado disminuyendo la amplitud, gesto suave o brusco -mutes-; reforzar, cambiar de plano, imponer al sonido un trayecto.
- *acentuación*: poner en evidencia una localización precisa.
- *scintillement/alboroto*: rápidas operaciones de acentuación en una masa dada, juego aleatorio; equivalente espacial del trémolo.
- *oscilación*: alternancia rápida y regular entre 2 recintos o 2 grupos de recintos, alternancia dinámica o espectral; equivalente del trino, agitación preparando explosión, haciendo vibrar un reflujo.
- *balanceo*: alternancia gestual; escrita en diálogo, delimitación de límites espaciales.

- la ola: trayecto de ir y venir, efecto de masa en movimiento unidireccionalmente previsible, reúne un arquetipo agógico conocido.

- rotación: trayecto circular; puesta en evidencia de una rotación interna del sonido, creación de movimiento, dar un sentido de encierro.

- espiral: circular con aceleración, cuyo punto de llegada estaría fuera; preparación anuncio, trayecto orientado hacia un límite o conclusión.

- rebote: salto rápido, juego de mute, se percibe mejor cuanto más alejados estén los polos; relanzamiento sobre un sonido disparador.

- inserción/ruptura: en un espacio establecido corte brusco; figura retórica puesta en evidencia, desviación.

- aparición desaparición: no preparado de un estado espacial diferente; sorpresa, magia, despertar de la escucha.

- explosión: de un espacio hermético a un espacio largo; puesta en relieve de una masa eruptiva y energética.

- acumulación: adición sucesiva de planos y/o calibres, los unos sobre los otros para llegar a un tutti espacial; puesta en relieve de una metría sonora corpuscular, engorde de una trama.

- invasión: acumulación rápida, trayecto acumulativo; como la llegada del tren.

También realza la importancia del intérprete espacializador en la espacialización de una obra electroacústica, e indica los elementos musicales que éste realzaría al espacializar; tales como el fraseo, la escritura contrapuntística, la materialidad del sonido, el movimiento, etc...

El interprete espacializador – Ambrose Field

En la entrevista que Austin le hace a Ambrose Field para la revista *Computer Music Journal* [Austin 2001] se hace hincapié en esta idea de la necesidad de un intérprete espacializador, para evitar que la escucha de obras electroacústicas se convierta en una recreación de estudio. Éste intérprete sería el encargado de encontrar el significado musical de los gestos espaciales para su correcto uso.

Dentro de esta corriente estética sería necesario la composición de obras con determinados atributos espaciales que permitan interpretarla consistentemente en diferentes entornos. Y el formato ambisonic es aquí fundamental, puesto que es un formato de grabación que sirve para codificar la información espacial de una forma que no está directamente relacionada con el número de altavoces que se disponga; así se pueden componer trayectorias directamente en un formato altamente portable. Interesantes artículos sobre la naturaleza y posibilidades del Ambisonics son [Anderson 1999][Rolfe 1999][Harrison 1999][Wyatt 1999].

Software para el espacio - Merlier

El artículo de [Merlier 2005] es interesante puesto que realiza un estructurado estudio de los tipos de software que se pueden utilizar para espacializar en electroacústica según sus posibilidades.

Aunque primero realiza una serie de definiciones y contextualizaciones que vale la pena analizar. Primero indica las manera de poder espacializar sonidos de origen instrumental sin recurrir a técnicas electroacústicas:

- El instrumentista toca y se desplaza físicamente con su instrumento
- El organizador del concierto (o el propio compositor, añadimos) cambia el lugar del concierto

- El compositor determina una distribución concreta de los instrumentistas

Merlier también indica que la concepción de un discurso espacial trae consigo unos problemas ya que la espacialización determina la escritura de los otros parámetros: altura, intensidad, duración o ritmo y timbre. Ya que, por ejemplo, la posición influirá en las amplitudes del sonido. Por lo que aquí se mantiene la idea de que la espacialización no es solo un pequeño añadido a los demás parámetros tradicionales, si no que les influye directamente. En el caso de la música electroacústica es lo mismo. Como indica Merlier, el trabajo del espacio en la música electroacústica es bastante reciente (1970-80), debido a las limitaciones técnicas, y a que el parámetro espacio no es una noción evidente, aún falta de un vocabulario técnico específico, en el mundo de la composición musical, ampliamente extendido y consensuado, y aún menos estudiadas las relaciones con los otros parámetros ya asentados.

Obviamente la utilización del espacio en música electroacústica está completamente ligada a los recursos técnicos de que se dispongan. En cuanto al momento de “determinar” la inclusión del espacio en la obra electroacústica por parte del compositor, Merlier diferencia 2 maneras diferentes:

1. escritura multifónica: fijación completa de lo que hará cada altavoz, por lo que el espacio aparece de una manera polifónica. (esto se correspondería con el espacio fuente de [Vande Gorne 2002])

2. stereo en n-pistas: sería el espacio ambifónico de [Vande Gorne 2002] y necesitaría de un intérprete espacializador.

El software utilizado en cada caso no diferiría mucho.

Antes de pasar a un estudio de los diferentes softwares, Merlier

intenta aclarar la noción de figura espacial; ésta sería el desplazamiento de un sonido en una dimensión, y las características que diferenciarían unos movimientos de otros serían:

- continuas o discretas
- rápidas o lentas
- aceleradas, lineales o deceleradas o varias
- tienen características de duración, ritmo

En el momento de trabajar con los softwares también es interesante la diferenciación que hace entre trabajar en “modo de amplitud” y en “modo de trayectoria” ya que este tipo de trabajos provocan resultados distintos. Merlier realiza una tabla (Tabla 2) con las ventajas e inconvenientes de cada modo de trabajo.

Trabajo en “modo de amplitud”	Trabajo en “modo de trayectoria”
<p>Ventajas:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Cada salida puede ser controlada individualmente <ul style="list-style-type: none"> ○ precisión extrema ○ polifonía total 	<p>Ventajas:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● un gesto controla simultáneamente muchas salidas <ul style="list-style-type: none"> ○ la virtuosidad es importantes ● fácil creación de figuras espaciales (joystick) ● se puede simultáneamente: ver la señal de audio, realizar la figura espacial y escuchar el resultado sonoro
<p>Inconvenientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Cada salida debe ser controlada individualmente <ul style="list-style-type: none"> ○ complejidad: n gestos para 1 solo resultados ● n curvas de amplitud representan 1 posición o 1 movimient ● dificultad de: realizar la figura espacial específica, imaginar la figura espacial a través de las curvas diseñadas y de retocar la figura espacial imperfecta 	<p>Inconvenientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● problema de virtuosismo: el compositor se encuentra en el lugar del intérprete; un buen resultado está unido al éxito del gesto ● imposibilidad de realizar figuras jugando con la masa espacial

Tabla 2: Ventajas e inconvenientes de los distintos tipos de software según Merlier

Finalmente se indican unas interesantes sugerencia para mejorar esta situación:

- definir una pasarela común que permita transportar los resultados de un software a otro para poder así aprovechar lo mejor de cada uno y no limitarse a las posibilidades de un único software
- una mayor aproximación hacia la funcionalidad compositiva

- una mayor aproximación hacia el “objeto”, entendido como objeto sonoro espacial y sus manipulaciones.
- El desarrollo de una notación espacial, dejando las representaciones de curvas en beneficio de una representación mas simple o un poco mas abstracta. Inspirándonos en los primeros sistemas de notación neumáticos.

Herramientas para componer el espacio - Duchenne

Duchenne realiza otro artículo dedicado a las herramientas para componer con el espacio [Dûchenne 2005], pero además realiza una serie de definiciones bastante acertadas. En los primeros apartados de su artículo es interesante destacar la serie de funciones esenciales que deberían tener todos los programas dedicados al espacio:

- integrar el dispositivo de proyección de sonido
- definir la masa fija de los sonidos
- efectuar variaciones de masa
- manipular el tamaño y la resolución de las masa
- funcionar interactivamente con la escucha

Como vemos, son una funciones íntimamente relacionadas con un trabajo en “modo de trayectoria” definido por [Merlier 2005].

Y la parte que mas nos interesa es la que realiza la categorización de distintos tipos de espacio, de una manera mucho mas útil a la realizada por [Vande Gorne 2002]. El nivel superior, materializado en la difusión interpretada de la proyección pública de la obra, estaría definido por la combinación de dos tipos de espacio:

1. Espacio intrínseco o espacio compuesto. Este tiene que ver con lo que determina, realiza, fija o condiciona el compositor,

definido por su relación a un dispositivo de proyección particular y las condiciones de escucha.

2. Espacio extrínseco o espacio adaptado. Concierno a las condiciones particulares dadas a un lugar o un material determinado; la sala. Esto debería colorear, pero no modificar lo realizado en el espacio intrínseco.

Duchenne a este respecto hace interesantes relaciones con la pintura (recordemos, arte espacial): el espacio intrínseco sería la elección de las dimensiones del lienzo y su realización, mas su colocación en el muro para ser visto; y el espacio extrínseco la iluminación del cuadro y la posición precisa del que mira pudiendo variar en un cierto límite

Dentro del espacio intrínseco diferencia tres criterios de espacio

1. La huella espacial, o imagen espacial, que representa la cualidad particular de la masa espectral (de la que, dice, es indisoluble) portadora de informaciones psicoacústicas tales como la distancia, imagen acústica de un lugar, etc...; que son obtenidas en el momento de la grabación con el micrófono o con filtros.

2. La masa espacial, refiriéndose a la terminología Schaefferiana de masa (espectral), que no existe mas que en función de un dispositivo de proyección sonora.

3. La simulación espacial, o proyecciones simuladas reagruparía las diferentes técnicas utilizadas para simular las posiciones y movimientos de las fuentes sonoras (como Ambisonics) y basadas en las HRTF. Sobre HRTF muy interesantes el artículo de [Cheng, Wakefield 2001] y la Tesis del mismo [Cheng 2001].

Otras nociones interesantes son las que desarrolla mas tarde de masa fija y masa variable:

- Masa fija:
 - Tamaño: correspondería a la superficie o al volumen espacial total ocupado por los proyectores por los cuales la intensidad de la fuente sería no nula.
 - Densidad: representa la repartición de intensidades sobre los canales activos en un momento dado
 - Resolución: representa el número de canales reales en el interior de dicha zona
 - Geometría: se correspondería con la distribución espacial específica de los canales
- Masa variable:
 - El perfil correspondería a la variación mas o menos lineal, continua o no, de los criterios precedentes

A la conquista del espacio

El interesante portal web de [Merlier 2004] consagrado al espacio se dedica a diferentes aspectos de la espacialización musical. La primera apreciación que hace es la de señalar al espacio como quinto parámetro con respecto a los cuatro tradicionales. Aunque realmente ahora sabemos que los 4 parámetros tradicionales y el espacio no son categorías separadas, sino que están ampliamente relacionados y influidos entre ellos. A pesar de reconocer que la utilización del espacio proviene de los instrumentos acústicos apunta que no están específicamente diseñados para el control del mismo, como sí lo parecen estar para la altura, intensidad, duración y timbre. También indica que gracias a los descubrimientos de P. Schaeffer se entendió que la fijación de un sonido permitía también la fijación del espacio; y de la fijación del espacio a la manipulación del espacio no hay frontera.

Señala así que en el sXXI hay diversas corrientes estéticas relativas al espacio (frecuentemente ligadas a las tecnologías)

- interpretación de obras con soporte estereo difundido por un interprete espacializador con orquesta del altavoces
- fijación completa de los sonidos en un soporte multipista
- simulación del espacio o síntesis de espacio por software
- piezas instrumentales alternadas con electroacústica
- mus electroacústica espacializada en directo
- ciertas composiciones instrumentales que juegan con el espacio

Pese a parecer bastante exhaustiva esta enumeración de formas de utilizar el espacio resulta un tanto caótica en su organización, ya que mezcla indistintamente los materiales utilizados, con la síntesis del espacio en estudio o con el resultado final al interpretar la obra.

Posteriormente hace una pequeña distinción mas detallada en los elementos que influyen en el uso espacial. El término espacio concerniría a:

- distancia
- dirección, posición
- características acústicas del lugar
- características del emisor

y en régimen dinámico:

- desplazamiento de fuentes sonoras (Doppler)
- eventuales modificaciones de la acústica o de las dimensiones del lugar

De nuevo realiza una mezcla de conceptos de distintos órdenes. Pero

posteriormente hace una interesante puntualización acerca de la relación del espacio con los demás parámetros:

- el desfase temporal entre las 2 orejas no sobrepasa los 0,6 ms.
- el retraso de aparición de las primeras reverberaciones es inferior a 100ms
- las fluctuaciones de amplitud son mas que unos pocos decibelios
- las eventuales variaciones de frecuencia fundamental (efecto doppler) o de espectro en el curso del tiempo son así muy sutiles

Y de la peculiaridades psicológicas en cuanto a su percepción:

- para evaluar las distancias: la oreja trabaja con comparación de imágenes sonoras memorizadas desde la infancia. La propagación del sonido en el aire no es homogénea y las frecuencias medias y agudas son absorbidas relativamente mas fácilmente que las bajas, las repartición de frecuencias varía entonces con la distancia.

- para la lateralización de los eventos sonoros:
 - el desfase interaural
 - la sombra acústica de la cabeza
 - el rol del pabellón de la oreja
 - los ecos debidos a las espaldas
 - las primeras reflexiones y la reverberación
 - la visión
 - los movimientos de la cabeza

Para este aspecto sobre la psicoacústica espacial hay que reseñar el voluminoso libro de [Blauert 1997].

Después hace suya la diferenciación entre espacio interno y espacio externo de M. Chion:

- el espacio interno sería el sonido en si mismo, el que captamos y es fijado en un soporte
- el espacio externo sería el espacio de la escucha donde entran en juego la acústica del lugar, el lugar de escucha y la posición de los altavoces.

Definición que se correspondería con la de [Dùchenne 2005]; el espacio intrínseca al espacio interno y el espacio externo al espacio extrínseco.

III - Experimentos en el uso musical del espacio

Elementos portadores de forma

Para discernir si el uso del espacio puede ser un elemento organizativo de la composición musical y a que nivel, se definen una serie de experimentos a realizar en fases posteriores de la investigación basadas en las ideas de [McAdams 1989] respecto a los elementos portadores de forma.

Atendiendo a los mecanismos psicológicos que operan en la recepción de las estructuras acústicas, McAdams define la noción de “portadores de forma” (“form-bearing”). Éstos se organizan en tanto en cuanto son la interacción entre procesos perceptivos y las estructuras de la memoria. Y tres son las áreas psicológicas implicadas:

1. Los procesos perceptivos de agrupación (“perceptual grouping processes”).
2. Las estructuras de conocimiento abstracto musical (“abstract musical knowledge structures”)

3. El procesado de la estructura de eventos (“event structure processing”)

Según [Meadams 1989] hay que tener en cuenta las limitaciones siguientes:

- Un elemento portador de forma debe estar íntimamente ligado con las dimensiones sensoriales que efectúan agrupamientos. En otras palabras, que con él, seamos capaces de organizar la superficie musical en eventos musicales, conectando los eventos en corrientes musicales o separar las corrientes de eventos en unidades musicales. Es decir, agrupamiento simultáneo, secuencial y segmentación.
- Un elemento portador de forma debe ser susceptible de ser organizado en categorías perceptivas y las relaciones entre esas categorías deben ser fácilmente codificables.
- Ciertas secuencias recurrentes de patrones deben ser fácilmente aprendidos como un léxico de formas.

La agrupación es la que permite preorganizar la continua superficie acústica en unidades discretas y grupos de entidades. Hace la función de un mapa y con él se calculan las expectativas y se desarrolla una primera comprensión. Esta organización de lo percibido debe ser anterior al procesado de la misma, donde ya se determinarán luego las cualidades de los eventos y las relaciones entre esas cualidades. Posteriormente la información acústica ya ordenada es analizada e interpretada en relación al conocimiento de las estructuras musicales adquiridas. Nuestra percepción está basada en generalizaciones de la experiencia, y en cuanto a la percepción y comprensión musical se puede hablar por una parte de aspectos atemporales como sería la separación en categorías y las relaciones de los elementos dentro de las categorías, y aspectos secuenciales, donde habría un repositorio abstracto de patrones recurrentes en la experiencia

vivida.

Las categorías ampliamente reconocidas en occidente serían; alturas, duraciones, dinámicas, identidad. Las categorías sirven para proveer el máximo de información con el menor esfuerzo cognitivo, consiguiendo así percibir valores en una dimensión como equivalente a valores de la misma categoría y al mismo tiempo diferentes de valores en otras categorías. Los experimentos que se definen mas adelante están diseñados para demostrar hasta que punto el espacio puede considerarse una categoría como las anteriores.

REGLAS DE PERCEPCIÓN VS A LÉXICO APRENDIDO

Relativo a la utilidad de los elementos como portadores de forma, señala los siguientes factores:

- dimensiones de elementos que sean capaces de permitir una gran número de configuraciones perceptivas y discriminables serán mucho mas valiosas para un compositor que aquellas con menor número.
- Y deben presentar la capacidad de dejar reconocer patrones mientras se producen cambios en las otras dimensiones

Nociones del espacio

Antes de presentar los experimentos, es necesario definir los conceptos que utilizamos. [Dûchenne 2005], recordemos, distingue entre el espacio intrínseco y extrínseco: el primero es el espacio como ha sido registrado en una obra (aquí estamos hablando de música electroacústica), el último se refiere a combinaciones espaciales que resultan del espacio real donde se difunde la obra: altavoces, distancias, acústica de la sala. En los experimentos que se definen a continuación solamente se investigarán las características del espacio intrínseco, y se intentará eliminar cualquier

influencia extrínseca haciendo que los sujetos escuchen con auriculares cerrados.

También, Duchêne define la noción de la masa espacial, es decir, el tamaño que simula ocupar en el espacio un sonido dado, teniendo por una parte los sonidos que parecen venir de todas partes y en el otro los otros sonidos que se localizan fácilmente. De momento, obviaremos el parámetro de masa espacial, aunque si los resultados experimentales son satisfactorios, será un parámetro muy interesante a estudiar como recurso musical.

No podemos olvidarnos de una de las nociones más importantes del espacio: la interacción entre características acústicas de los alrededores y una fuente específica. A saber, la reverberación y otros filtros que modifican la sensación de las propiedades del espacio tienen una utilización amplia en música electroacústica y en otros campos de la ambientación sonora, como la sonorización de películas o la creación de paisajes sonoros. Esta clase de uso del espacio que toma en consideración la respuesta acústica de la sala es quizá musicalmente más importante en su uso real que otras maneras de crear virtualmente un espacio, y este aspecto debe también recibir su atención en una fase más posterior como recurso musical posible.

Finalmente, un factor muy importante en la percepción espacial viene de las condiciones de la grabación de fuentes sonoras muy conocidas. Por ejemplo, la distancia del micrófono de los locutores se puede percibir por el oyente debido a su familiaridad con las características acústicas de la voz, y el equilibrio de la energía, la presencia de la boca y otros ruidos articulados, etc...

Material sonoro

Al elegir el material sonoro, se debe tener en cuenta la influencia en la percepción del espacio según el espectro armónico, las frecuencias relacionadas y las características temporales de los sonidos. [Bregman

1999] discute ampliamente las condiciones de la separación de sonidos en el análisis de escenas auditivas. [Blauert 1997] se centra más específicamente en la localización del sonido.

Por ejemplo, la altura tiene influencia en la percepción espacial en tanto en cuanto los sonidos graves se localizan mal por los límites del tamaño de la cabeza en el azimut y por la pérdida de correlación de la degradación acústica con la distancia limita la valoración exacta de la distancia auditiva [Nelson, Stoddard 1998]. También, como [Cheng, Wakefield 2001] precisan, muchas limitaciones de la síntesis de fuentes sonoras en movimiento se relacionan con algunas limitaciones bien conocidas de la síntesis de sonidos inmóviles en el espacio, en las cuales los sonidos sintetizados no se mueven a través de espacio: los oyentes indican a menudo que hay una carencia de la “presencia” en sonidos espacialmente sintetizados. También fenómenos más complejos se manifiestan como el hecho de que las señales procesadas a sonido como si originan de delante o encima del oyente, sonaran realmente como si se produjesen detrás o debajo del oyente (las famosas confusiones “front-back” y “up-down”) [Cheng, Wakefield 2001].

En la elección del material, se toman los sonidos que tienen fuentes sonoras obvias: la razón es que esto ayudaría a su diferenciación del resto pues los oyentes reconocerán fácilmente la fuente sonora sin importar su posición espacial. También, se eligen alturas que están en la parte central de la gama audible, y que por ello son el más fáciles de localizar. Y se evitan sonidos totalmente inmóviles aun cuando se realiza la síntesis o transformación del sonido para conseguir nuestro material sonoro.

Se diferencian cinco diferentes tipos de material a utilizar:

- voz (sonidos de voces mantenidas, el canto de una vocal mantenida)

- habla (diferentes alturas medias)
- voces susurrantes
- sonido determinado – abstracto sintetizado o producido por un instrumento dado
- sonido indeterminado – abstracto sintetizado o producido por un instrumento dado

Condiciones a ser examinadas: secuencias vs sonidos aislados

Primero debemos recordar que la escucha espacial se ha documentado y se ha estudiado muy bien en psicoacústica [Blauert 1997]. Pero estos experimentos diseñados no tienen como objetivo solucionar problemas psicoacústicos clásicos en la percepción del espacio, sino más bien definir el uso musical del espacio. Podríamos hipotetizar que los parámetros espaciales satisfacen las condiciones de un elemento portador de forma según lo definido al respecto por [McAdams 1989], y por lo tanto: tener vectores de espacio, definir valores relativos, y transportar posiciones espaciales. Pero así como en los experimentos con el timbre que demuestran que tiene la posibilidad de ser un elemento portador de forma, los experimentos actuales usan sonidos aislados, desde [Grey 1978] hasta [McAdams 1995], y no exploran la composición actual de las melodías tímbricas en una secuencia musical, como debería ser el caso al explorar la Klangfarbenmelodie. En el experimento se propone utilizar secuencias y sonidos no aislados de modo que podamos deducir las aplicaciones posibles del espacio como elemento del lenguaje musical: la meta es reconocer secuencias espaciales que serían el equivalente de un tema o idea motivica, una “melodía” que se pueda reconocer y se pueda modificar con variaciones hasta cierto punto. Las condiciones de escucha estarán contextualizadas, ya que creemos que el contexto es muy importante en la escucha musical

según lo discutido en [Payri 2007] y [Payri, Miralles Bono 2007]: los experimentos pueden demostrar que una característica específica está reconocida con elementos aislados, pero entonces el uso real de los mismos sonidos en una secuencia musical puede producir efectos diferentes, y las características que son importantes con los elementos aislados se convierten en inaudibles o inaplicables comparadas con otras características.

La primera condición se centra en los cambios de posición en el espacio que deseamos probar. Según lo mencionado antes, no usaremos la reverberación ni otros filtros, y la base de nuestro movimiento espacial serán la oposición izquierda-derecha, que se puede alcanzar con cualquier difusor estereofónico de sonido. Eso fuerza nuestros sonidos a ser grabaciones mono. El movimiento izquierda-derecha sigue siendo quizás el más conocido, el más directo, y la trayectoria más convincente de sintetizar. Según se indica en [Cheng, Wakefield 2001], las localizaciones espaciales que estén directamente enfrente de los oídos izquierdo y derecho (acimut 90 y acimut -90, respectivamente) se espacializan y externalizan extremadamente bien. Para estudiar en profundidad si una secuencia espacial puede ser reconocida con movimientos más complejos, podemos agregar a la trayectoria izquierda-derecha otra trayectoria espacial como delantere-detrás, y el arriba-abajo que según Cheng y de Wakefield puede expresar ideas musicales espaciales. [Cheng, Wakefield 2001] Hay varias técnicas bien conocidas que se pueden utilizar para espacializar fuentes sonoras móviles. Los métodos simples del “panning” siguen siendo muy eficaces para muchos tipos de movimientos izquierda-derecha, y la manipulación dinámica de la reverberación produce ilusiones eficaces de profundidad variable. Un proceso más complejo, basado en la altura, como el Doppler, puede también producir ejemplos de sonidos en movimiento. Otros métodos para producir fuentes de sonido en movimiento, tales como ambisonics y “interaural cross-talk cancellation” necesitan de los sistemas

diseñados para la reproducción espacial por el altavoz. Un excelente paquete de software que incorpora estas y otras técnicas de la espacialización es programa “Spatialisateur” del IRCAM (“Spat”). [Cheng, Wakefield 2001]

La segunda condición se refiere a las propias secuencias, y queremos utilizar tres configuraciones espaciales posibles:

- Cambio de posición continuo
- Cambio de posición discreto
- Sin cambio de posición

Los sonidos aparecerán con diferentes patrones espaciales, que variarán según los 2 siguientes elementos:

1. Tipo de variación: variaciones de cambios de posición continuas y discretas. Usamos 7 cambios de posición: discreto, triangular continuo, sinusoidal, (Imagen 15) y 4 interpolaciones del discreto con el triangular (2 interpolaciones) y con el sinusoidal (2 interpolaciones).

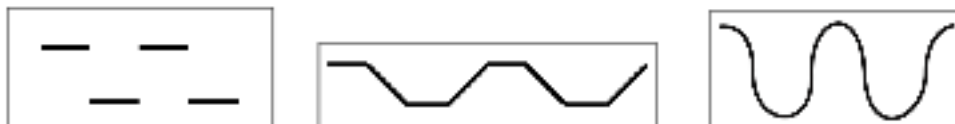


Imagen 15: Tipos de figuras espaciales: variación discreta (izquierda), variación triangular continua (centro) y variación sinusoidal (derecha).

2. Patrones temporales: definimos un conjunto de patrones temporales para la alternancia izquierda-derecha en el tiempo; acelerado e irregular (Imagen 16), y regular (Imagen 15). Estos patrones son aplicados con cada tipo de variación.



Imagen 16: Tipo de variación discreta con patrón de aceleración temporal (izquierda) y con patrón irregular temporal (derecha).

Es también interesante aplicar diferentes transformaciones de velocidad (Imagen 17) a los patrones espaciales para examinar así el reconocimiento de estos patrones con tales transformaciones de velocidad. El análisis de escenas auditivas predice diferentes resultados en función de la velocidad, pero para evitar un exceso de combinaciones a experimentar, saltamos tales transformaciones para estudios posteriores y solo consideraremos 3 factores de velocidad.



Imagen 17: Tipo de variación sinusoidal con factor de velocidad lento (izquierda) y con factor de velocidad rápido (derecha)

Escucha fuera de contexto

Con 5 fuentes (S, de source), 7 tipos (T, de types), 3 patrones (P, de pattern) y 3 factores de velocidad (Sf, de speed factor); creamos 18 sonidos bloqueando (x) cada vez 3 de las 4 variables; como se puede observar en la Tabla 3.

Sonidos	Fuente (S)	Tipos (T)	Patrones (P)	Velocidad (Sf)
1	S1	Tx	Px	Sfx
2	S2	Tx	Px	Sfx
3	S3	Tx	Px	Sfx
4	S4	Tx	Px	Sfx
5	S5	Tx	Px	Sfx
6	Sx	T1	Px	Sfx
7	Sx	T2	Px	Sfx
8	Sx	T3	Px	Sfx
9	Sx	T4	Px	Sfx
10	Sx	T5	Px	Sfx
11	Sx	T6	Px	Sfx
12	Sx	T7	Px	Sfx
13	Sx	Tx	P1	Sfx
14	Sx	Tx	P2	Sfx
15	Sx	Tx	P3	Sfx
16	Sx	Tx	Px	Sf1
17	Sx	Tx	Px	Sf2
18	Sx	Tx	Px	Sf3

Tabla 3: Relación de las propiedades espaciales de los distintos sonidos creados para el experimento

Se restringen las condiciones a un conjunto de parámetros espaciales que son solo un subconjunto de todos los parámetros posibles para evitar una saturación de combinaciones. Los sonidos serán presentados por pares (con algún par repetido de control, para encontrar sujetos que ya no reconozcan este par como idéntico); y los sujetos deberán señalar la similitud con un sí o no y votar la certeza de su respuesta en una escala del 1 al 6. Con los resultados se podrá: determinar la influencia de la velocidad, si el patrón se puede abstraer de la fuente y velocidad, y las diferencias entre los tipos concretos y discretos, y sus interpolaciones.

Escucha contextual

Esta segunda fase del experimento prueba la percepción musical real del espacio. Para este experimento, construimos una secuencia musical donde los sonidos anteriores aparecen en orden temporal, con algunas

coincidencias para probar las aplicaciones contrapuntísticas del espacio. La meta de la escucha contextual es entender si los patrones del espacio que fueron reconocidos cuando estaban presentados con pares de sonidos individualizados, siguen siendo relevantes cuando el sujeto tiene delante una compleja secuencia y necesita decidir que es significativo en dicha secuencia. De hecho, podemos probar que los sujetos pueden reconocer los patrones espaciales en un experimento abstracto, pero esto puede ser inaplicable al escuchar una secuencia musical, por eso la importancia de esta segunda fase de los experimentos.

También debemos estar atentos al incremento de la complejidad de la escucha contextual con complejas secuencias espaciales. [Smalley 1997] y [Stevenson 1997] apuntan que los problemas de la superposición espacial se deben fundamentalmente a las complejidades acústicas de la sala, aspecto que intentamos reducir al usar los auriculares, aunque la superposición de sonidos creará siempre condiciones difíciles para el reconocimiento espacial de las secuencias: este problema debe ser abordado y no evitado. Es esencial que todas las dificultades de la escucha de los motivos espaciales en una secuencia compleja sean estudiadas, fundamentalmente para la composición musical: el espacio no será un elemento fundamental y organizador del lenguaje musical (con las condiciones que hemos fijado aquí y en [Miralles Bono, Payri 2007]) si la percepción se decanta a favor de características más sobresalientes como las melodías con las alturas y secuencias de timbre.

En la experiencia que hemos diseñado, combinamos las secuencias de trayectorias espaciales con diferentes timbres y ritmos, y en general con diferentes elementos sonoros. Esto va a dificultar la emergencia de una respuesta rotunda sobre el reconocimiento de dichas trayectorias espaciales, ya que a priori podemos estimar que la percepción espacial es menos pregnante que los otros elementos del sonido. Si a pesar de esta

complejidad los sujetos reconocen las trayectorias espaciales, podemos avanzar con un poco más de seguridad que las trayectorias espaciales sí pueden utilizarse en contextos musicales.

Conclusiones

Este trabajo presenta el diseño de unos experimentos dirigidos concretamente a la utilidad real del espacio como a parámetro del lenguaje musical, centrándose en el reconocimiento de trayectorias y diferentes características como “elementos portadores de forma” [Mcadams 1989] Aspecto que ha sido dejado de lado en todos los estudios sobre el espacio, tanto los puramente psicoacústicos, así como las aproximaciones al campo desde el ámbito de los compositores. Como dicen [Cheng, Wakefield 2001], “it is sometimes easy for the authors, as scientists trained in inquiry for inquiry’s sake, to forget about music for music’s sake. Science and technology may be art forms in themselves, but we must not forget that in the ideal case, electroacoustic music should not have to exist simply to express the intricate technology behind it.” En nuestro caso, aunque seguimos la mayor parte de el diseño experimental común a los experimentos psicoacústicos, la característica más importante y novedosa de nuestro experimento es utilizar secuencias espaciales en vez de sonidos aislados, y yendo más lejos, la escucha del contexto de esas secuencias espaciales en una combinación musical compleja. Hay que dejar constancia que la escucha en un contexto es importantísima para entender realmente las posibilidades musicales del espacio, ya que características que sean perceptibles fuera de contexto pueden dejar de ser significativas cuando están combinadas con otras características que ya se conocen como significativas: altura y ritmo.

Nuestros experimentos echarán una luz importante en la cuestión de si la espacialización del sonido será un recurso musical, y qué grado es

inaplicable en las construcciones musicales complejas, que podrían explicar la carencia del corpus musical de obras que trabaje y utilice extensa y sistemáticamente las características del espacio, quizá como señala [Donato 1996] indicando que hay un gran vacío en la comprensión de la escucha espacial en el contexto del lenguaje musical, y esta carencia de comprensión puede explicar porqué los compositores no pueden “pensar” el espacio y así “componer” el espacio.

Esta comprensión del funcionamiento del espacio en un contexto musical se va haciendo necesaria, como toda comprensión de otros parámetros, ya clásicos, que influyen en el lenguaje musical, tales como la altura, el timbre, el ritmo, etc... Y llegados a ese punto, sería posible entonces, como pide [Merlier 2005], encontrar una notación musical espacial que posibilite una mejor, mas detallada y coherente con su naturaleza “manipulación” espacial por parte de los compositores.

La música electroacústica ha utilizado en cuanto ha sido posible el espacio para la difusión del sonido. Sin embargo esta utilización del espacio nunca ha llegado a emerger como elemento temático: es decir, no se dan casos claros de que una trayectoria espacial se vea claramente como un elemento temático estructurante y reconocible. Podemos estimar que los compositores, los creadores en general, avanzan más rápido que los investigadores: utilizando una comparación con la pintura, los pintores han "descubierto" las reglas de composición, de peso, de contraste de colores, intuitivamente, antes de que por ejemplo la psicología gestaltista estudiase científicamente los conceptos de fondo, forma y pregnancia. Si los compositores no han desarrollado un lenguaje explícito basado sobre combinaciones espaciales, podemos intuir que es una vía muerta musicalmente. Nuestro experimento puede que avale esta visión pesimista, o al contrario puede ser que nuestro cerebro esté listo para utilizar las trayectorias espaciales de manera más refinada y sistemática que el corpus

musical podría dar a entender. Para utilizar otra comparación, el concepto de Leitmotiv, de tema asociado a un simbolismo extramusical, no fue utilizado hasta que fue teorizado y sistematizado esencialmente por Wagner. El público actual con una cultura musical se ha acostumbrado a buscar estos Leitmotive y descodificarlos en las obras musicales que los utilizan. O sea que el Leitmotiv no se utilizaba anteriormente por que nose había propuesto este planteamiento sistemático, pero no porque fuera imposible perceptivamente. Teniendo en cuenta toda la cautela que impone la falta de un lenguaje del espacio ya definido por los compositores, podemos pensar que los humanos sí pueden integrar el espacio y sus trayectorias si una obra lo utiliza de manera sistemática y coherente y si "aprenden" a escuchar dichas trayectorias espaciales.

Bibliografía

[Anderson 1999]: J. L. Anderson, *What is Ambisonics and how can I get some??*. eContact 2.4. 1999,

<http://cec.concordia.ca/econtact/Diffusion/Ambisonics.htm>

[Arnau 2005]: J. Arnau, *Espacios para la música*. Nausícaä. 2005

[Austin 2001]: L. Austin, *Sound Diffusion in Composition and Performance Practice II: An Interview with Ambrose Field*. Computer Music Journal 25:4, 2001

[Austin 2006]: K. Austin, *Why do you want so many Loudspeakers?*. eContact! 8.3, 2006, http://cec.concordia.ca/econtact/8_3/austin.html

[Blauert 1997]: J. Blauert, *Spatial Hearing. The Psychophysics of Human Sound Localization*. Massachusetts: MIT Press. 1997

[Bregman 1999]: A.S. Bregman, *Auditory Scene Analysis: The perceptual organisation of sound*. Massachusetts: MIT Press 1999

[Burns 2006]: C. Burns, *Compositional Strategies for Point-Source Spatialization*. eContact! 8.3, 2006,

http://cec.concordia.ca/econtact/8_3/burns.html

Cheng 2001: C. I. Cheng, *Visualization, Measurement, and interpolation of Head-Related Transfer Functions (HRTF's) with applications in electro-acoustic music*. The University of Michigan, 2001.

[Cheng, Wakefield 2001]: C.I. Cheng, G.H. Wakefield, *Moving Sound Source Synthesis for Binaural Electroacoustic Music using Interpolated Head-Related Transfer Functions (HRTFs)*. Computer Music Journal 25:4, 2001, pp 57-80

[Donato 1996]: F. Donato et al., *L'interprétation des oeuvres*

acousmatiques. En Table Ronde organizada por Futura, 1996.

[Dûchenne 2005]: JM. Dûchenne, *Des outils pour composer l'espace*. JIM, 2005.

[Gauthier 2006]: P.-A. Gauthier, *A Review and an Extension of Pseudo-Stereo for Multichannel Electroacoustic Compositions: Simple DIY ideas*. eContact! 8.3, 2006,
<http://cec.concordia.ca/econtact/Diffusion/Beast.htm>

[Grey 1978]: J. M. Grey, J. W. Gordon, *Perceptual effects of spectral modifications on musical timbres*. Journal of the Acoustical Society of America: 63, 1978, pp 1493-1500

[Harrison 1999]: J. Harrison, *Diffusion: theories and practices, with particular reference to the BEAST system*. eContact 2.4, 1999,
<http://cec.concordia.ca/econtact/Diffusion/Beast.htm>

[McAdams 1989]: S. McAdams, *Psychological constraints on form-bearing dimensions in music*. Psychological Research: 58, 1989, pp 177-192.

[McAdams 1995]: S. McAdams, S. Winsberg, S. Donnadiou, G. De Soete, J. Krimphoff, *Perceptual scaling of synthesized musical timbres: common dimensions, specificities, and latent subject classes*. Contemporary Music Review, 1995.

[Merlier 2004]: B. Merlier, *A la conquête de l'espace*. 2004,
<http://tc2.free.fr/Espace/index.html>

[Merlier 2005]: B. Merlier, *Réflexions à propos de la mise en espace de la musique électroacoustique dans les logiciels audionumériques*. JIM: 2005.

[Miralles Bono, Payri 2007]: J.L. Miralles Bono, B. Payri, J. Redondo,

R. Picó, *Experiments on the utilization of space as a musical language resource*. Madrid: ICA, por publicar.

[Moore 2004]: Adrian Moore, Dave Moore, James Mooney, *M2 Diffusion - The live diffusion of sound in space*. University of Sheffield Sound Studios, 2004.

[Nelson, Stoddard 1998]: B.S. Nelson, P.K. Stoddard, *Accuracy of auditory distance and azimuth perception by a passerine bird in natural habitat*. *Animal Behaviour*: 56, 1998. pp 467-477

[Nicolas 2004]: F. Nicolas, *Question de spatialisation: Mise en rapport de sept problématiques (Compte rendu du groupe Spatialisation - Ircam, 16 novembre 2004)*. IRCAM, 2004,
<http://www.entretemps.asso.fr/Nicolas/Ircam/Synthese.htm>

[Otondo 2005]: F. Otondo, *Some considerations for spatial design and concert projection with surround*. Glasgow: Digital Music Research Network Summer conference, 2005, pp 47-50

[Otondo 2007a]: F. Otondo, *Creating Sonic Spaces: An Interview with Natasha Barrett*. *Computer Music Journal*: 31:2, 2007, pp 10-19

[Otondo 2007b]: F. Otondo, *Contemporary trends in the use of space in electroacoustic music*. Organised Sound: por publicar

[Payri 2007]: B. Payri, *Auditory Scene Analysis and Sound Source Coherence as a frame for the perceptual study of electroacoustic music language*. EMS07: 2007

[Payri, Miralles Bono 2007]: B. Payri, JL. Miralles Bono, R. Picó, J. Redondo, *Modifications in timbre perception depending on listening context*. EMS07: por publicar

[Rolfe 1999]: C Rolfe, *A Practical Guide To Diffusion*. eContact 2.4,

1999, <http://cec.concordia.ca/econtact/Diffusion/pracdiff.htm>

[Smalley 1997]: D. Smalley, *The Listening Imagination: Listening in the electroacoustic Era*. Contemporary Music Review 13:2, 1997

[Stevenson 1997]: I. Stevenson, *A dialectic of audible space*. Headwize, 1997, http://www.headwize.com/articles/steven_art.htm

[Stockhausen 1962]: K. Stockhausen, *Aufsätze Stockhausen. Texte Band I: Musik und Raum*. DuMont, 1962.

[Trochimczyk 2001]: M. Trochimczyk, *From Circles to Nets: On the Signification of Spatial Sound Imagery in New Music*. Computer Music Journal 25:4, 2001, pp 39-56

[Vande Gorne 2002]: A. Vande Gorne, *L'interprétation spatiale. Essai de formalisation méthodologique*. DEMéter: December 2002

[Wyatt 1999]: S. A. Wyatt, *Investigative Studies on Sound Diffusion/Projection*. eContact 2.4, 1999, <http://cec.concordia.ca/econtact/Diffusion/Investigative.htm>

[Zvonar 2005]: Richard Zvonar, *A History Of Spatial Music*. eContact! 7.4, 2005, http://cec.concordia.ca/econtact/Multichannel/spatial_music.html