

# A propósito de “*Estoy interpretando una habitación?*”: Los efectos acústicos de entorno como generadores de gestos musicales.

**Dr. Oscar Pablo Di Liscia**  
**odiliscia@unq.edu.ar**

## Resumen

Durante el 23 de Julio y el 15 de Octubre de 2018, el autor realizó una residencia de creación en el Centro Mexicano para la Música y las Artes Sonoras (CMMAS, Morelia, México) con la subvención obtenida por concurso de la Fundación Ibermúsicas. Además de la realización de diversas actividades académicas, el objetivo principal de la residencia fue la composición de una obra para electroacústica envolvente en 3 dimensiones y violoncello que se tituló “*Estoy interpretando una habitación?*”. El título de la obra hace referencia a la obra “*I am sitting in a room*” (Alvin Lucier, Lovely Music, Ltd., 1981), que el autor considera su fuente principal de inspiración.

En este trabajo se analizan algunos aspectos de dicha obra que el autor considera fundantes para la estructura de la obra y, específicamente, el gesto musical, en relación con procesos de tensión-distensión que se vinculan con los conceptos de *arsis* y *tesis* en la música.

## Generalidades y antecedentes

El proyecto de creación consistió en que, a través del estudio y la investigación en técnicas de espacialización de sonido digital y su aplicación en la música, el autor produjo una obra para violoncello y sonido envolvente tridimensional generado por computadoras que exploró intensivamente aspectos significativos de la espacialidad del sonido. Si bien la espacialidad del sonido reúne muchos y variados aspectos, esta obra se enfocaron particularmente los efectos de entorno (reverberación).

El título propuesto para la obra toma como referencia, justamente, a la obra de Alvin Lucier “*I am sitting in a room*” (Lovely Music, Ltd., 1981) en la que distintos efectos “de ambiente” son usados con el propósito de generar material sonoro y no (como se suele esperar de ellos) auralizar, o situar los materiales sonoros en un entorno.

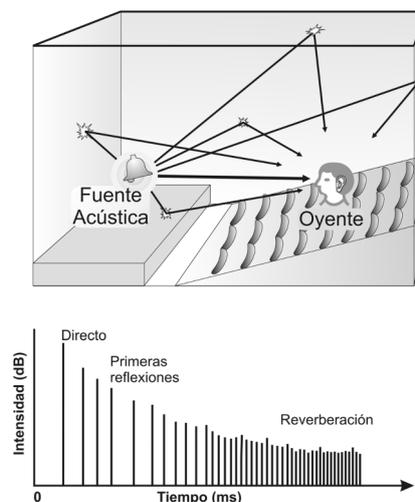
La parte electroacústica de la composición fue producida principalmente usando un procedimiento que se denominó “Síntesis Espacial” (Di Liscia, [5]) y que involucra técnicas de análisis espectral, síntesis granular y espacialización. Un rasgo significativo de este tipo de trabajo que fue usado intensivamente en la obra es que un sonido puede descomponerse en partes diversas en el dominio del tiempo (a través de síntesis granular) y de la frecuencia (a través de técnicas de análisis espectral) y que esto posibilita, a su vez, que dichos componentes puedan ser objeto de un tratamiento espacial individual. La dinámica de la obra se basó en la exploración de diversas instancias del agrupamiento perceptivo de fuentes de sonido y sobre la acústica virtual de entorno a través de la Síntesis Espacial de Sonido.

Para la realización de la parte electroacústica de la obra, el autor usó un entorno desarrollado por el mismo en el programa *Csound* (Di Liscia, [4] y [8]). Dicho entorno, denominado *the\_grainer* consiste, de manera general, en un grupo de “*instrumentos*” y “*macros*” para realizar síntesis granular de manera conjunta con espacialización y tratamiento espectral. La espacialización se realizó a través de la técnica *Ambisonics* (Malham, [10]) y tiene en cuenta el efecto de las fuentes

sonoras en un espacio tridimensional modelado por los usuarios que incluye la dimensión, geometría, posición de las fuentes virtuales y el punto de captura (i.e., posición del micrófono virtual) en tres dimensiones. La última realización de la parte electroacústica se almacenó en varios archivos de audio con formato *Ambisonics B* de Tercer orden (16 canales de audio), que posibilita, a través de la decodificación adecuada, su reproducción en diversos arreglos bi o tri dimensionales de parlantes.

**Los efectos acústicos de entorno como generadores de gestos musicales. Antecedentes e ideas generales de la obra.**

Las características acústicas de un recinto están presentes en su reverberación, que es el resultado de las numerosas reflexiones de la señal acústica directa en sus elementos físicos. Se la suele dividir –por razones prácticas– en dos fenómenos: *primeros ecos* y *reverberación densa*. Los *primeros ecos* son una colección de reflexiones que ocurre aproximadamente en los primeros 80 milisegundos a partir del momento en que comienza la señal directa. Proveen información sobre el recinto y, parcialmente, sobre la localización relativa de fuente y oyente, siendo especialmente significativo el lapso entre el comienzo de la señal directa y el primer eco. Pasados los 80 milisegundos, aproximadamente, la colección de ecos es cada vez más densa, y se percibe de manera estadística. A este otro fenómeno se lo denomina habitualmente *reverberación densa*. La imagen siguiente, tomada de (Basso, [1]), muestra esquemáticamente a través de vectores de radiación la situación de un oyente en un recinto y un *reflectograma*, que es un estudio de la intensidades y tiempos de arribo al punto de audición o captura de las diferentes reflexiones de la onda.



La segunda imagen, tomada de (Coleman et al. [3]), muestra esquemáticamente los tres componentes que se han mencionado, su relación temporal y su cualidad espacial. Nótese que, tanto el directo como los primeros ecos son *localizados* (es decir, su dirección es percibida y relevante) mientras que la reverberación densa es *difusa* (su distribución espacial existe y es relevante, pero se percibe estadísticamente).

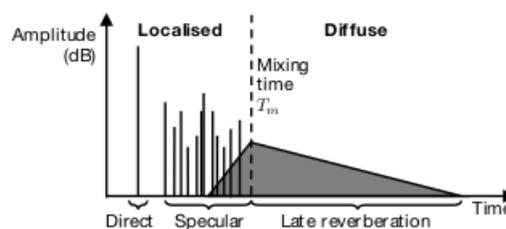


Figure 1: RIR model underlying the RSAO parameters.

La acción de un recinto sobre una onda directa proveniente de una fuente sonora queda completamente caracterizada a través de su *respuesta a impulso*. Si bien el objetivo de este trabajo no es tratar este tema en detalle, será de utilidad mencionar que los especialistas en acústica arquitectónica clasifican los parámetros acústicos de una sala en tres grupos, de acuerdo con las características sobre las que se centra su interés: 1-Temporales (relaciones de tiempos de llegada de las reflexiones, aparición de la reverberación densa, etc.). 2-Espectrales (balance espectral, “coloración”) y 3-Espaciales (direcciones de arribo de las reflexiones, decorrelación aural de la reverberación, etc.).

Dado que las reflexiones incluyen relaciones temporales (diferencias temporales entre sus tiempos de llegada), que dependen principalmente de la geometría del recinto y la posición de fuente sonora y punto de audición, producen patrones de duraciones que pueden ser utilizados como base para la organización temporal de una obra musical en varias escalas. Un precedente de la idea de uso de las reflexiones iniciales de un recinto para la generación de estructuras temporales se encuentra en el trabajo de Pablo Cetta [2]. En este trabajo su autor trata, entre otras cuestiones, los procedimientos y aplicaciones informáticas diseñadas por el mismo para su obra *Interiores* (2004, para electrónica envolvente en 3D y conjunto instrumental). Para generar la estructura temporal de la obra utiliza el cálculo de las primeras reflexiones de un recinto virtual que rinde, a su vez, diferentes sucesiones de proporciones temporales derivadas de los tiempos de retardo de los primeros ecos de acuerdo con la posición de la fuente y la geometría del recinto. Estas series de proporciones temporales son ampliadas (como si el tamaño de la sala creciera cada vez más) y trasladadas a una escala en la que se perciben como duraciones efectivas entre eventos sonoros. Entonces, son utilizadas como productoras de “ritmos” que están derivados de la posición de las fuentes sonoras en la obra. Este procedimiento es muy original y posibilita una gran coherencia con las estructuras temporo-espaciales de la composición.

### **Los efectos acústicos de entorno como generadores de gestos musicales. Análisis y presentación de algunos aspectos específicos de la obra.**

La obra que se analiza está dividida en dos secciones, y cada una de ellas explora principalmente dos efectos de recinto. La primera parte explora los efectos de balance espectral y coloración de la reverberación. La segunda, parte de la respuesta temprana de las salas para la construcción de gestos musicales en los que se basa. Sólo se comentarán aquí diversos aspectos de la segunda parte.

Al observar la estructura temporal y la distribución de energía de la respuesta temprana de una sala (aproximadamente los primeros 100 milisegundos), se pueden ver claramente dos características.

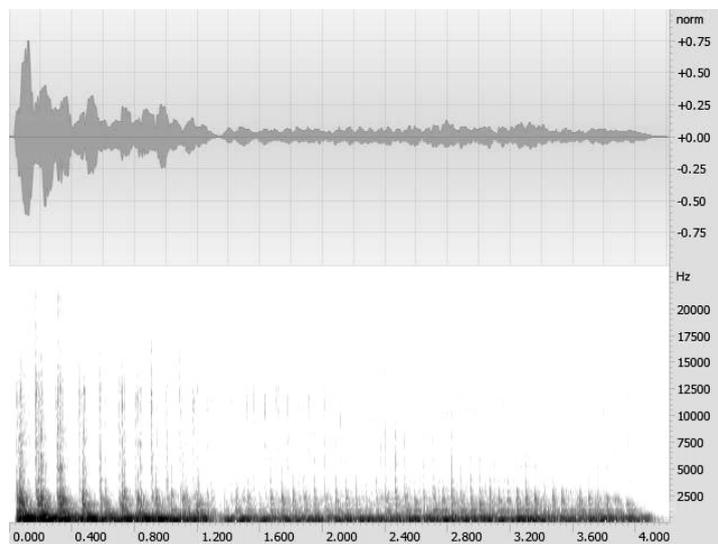
1-Los intervalos temporales de llegada de las reflexiones se van haciendo progresivamente (pero de forma no-monótona) mas pequeños, hasta que ya no pueden ser percibidos individualmente.

2-La energía de las reflexiones va decreciendo (también de forma no-monótona).

Tanto las diferencias temporales, como la energía de las reflexiones, dependen de la geometría de la sala, los objetos que se encuentran en ella (que producen efectos de reflexión u oclusión), los materiales que recubren la sala y la posición de fuente sonora y punto de arribo.

Las dos características de la respuesta temprana de las salas mencionadas, coinciden con el resultado de la acción de los dos tipos de arcada “desde afuera de la cuerda” en los instrumentos de cuerda, que se denominan *jeté* y *ricochet*. Algunos tratados y algunos instrumentistas los consideran

equivalentes. Sin embargo, otros consideran que la diferencia es que en el *jeté* (“lanzar” o “arrojar”) el intérprete no controla de manera precisa el número de rebotes ni los intervalos entre estos, sino sólo su tendencia general a acelerar y decrecer, mientras que sí lo hace en el *ricochet* (“rebote”) en el que puede hacer duraciones precisas. Como quiera que sea, ambas arcadas consisten en “lanzar” el arco desde afuera de la cuerda y golpear la cuerda con aproximadamente el tercio superior del arco, dejando que vuelva a rebotar. El dominio completo de estas arcadas tiene grandes sutilezas, el intérprete puede tener control sobre el decaimiento progresivo de intensidad de cada rebote y su intervalo temporal acercando levemente el arco en cada uno de ellos mediante una presión delicada de su dedo índice, aliviando el “peso” del brazo y aun girando levemente la muñeca para que el arco incida de manera sesgada (con menos o más “crines”) sobre la cuerda. Naturalmente, dicha arcada se puede realizar sobre una o dos cuerdas contiguas y en la misma arcada el intérprete puede cambiar la nota. En la imagen que sigue, se muestran la forma de onda y el espectrograma de una serie de sonidos realizados sobre un Re2 con un *jeté* de violoncello en donde se puede apreciar muy claramente lo mencionado.



Puede apreciarse la relación “gestual” entre esta acción instrumental, su resultado sonoro y la respuesta temprana de una sala cuando es excitada por un sonido impulsivo. La entrega inicial de energía y el “rebote” del arco se corresponden con la onda “directa” y las reflexiones, y su estructura es análoga.

De manera general, puede decirse que toda la segunda sección de la obra está construida en base a variaciones de este gesto instrumental-musical, tanto en la parte electroacústica como en la instrumental.

Respecto de la parte electroacústica, ya se mencionó que se utilizó un complejo entorno de *Csound* realizado por el autor para hacer Síntesis Granular Espacializada en 3D y con tratamiento espectral. Resulta así relativamente sencillo producir secuencias de “granos sonoros” que se distribuyen aleatoriamente en distintas zonas o en todo el espacio de una sala virtual y poseen una estructura de evolución de las duraciones e intensidades análoga a la mencionada, con grandes posibilidades de variantes.

Habiendo analizado este gesto musical respecto de su estructura de duraciones y de intensidades, se puede ahora realizar otro análisis que da cuenta de sus características de tensión-distensión. En este sentido, este gesto, u objeto sonoro, presenta la interesante cualidad de incongruencia entre estructura temporal y de evolución de intensidad. En efecto, mientras los intervalos de duraciones se van haciendo cada vez más pequeños (una especie de *accelerando*), la tensión aumenta, pero en tanto las intensidades van disminuyendo, se produce un efecto de distensión. En el caso de la acción directo-ecos-reverberación densa de una sala, es la producción de reverberación densa la que resuelve la incongruencia, al transformar una serie de eventos que se

sucedan cada vez más rápido en un solo evento que disminuye su intensidad gradualmente. Si hacemos intervenir en este análisis las evoluciones de altura, la más elemental de todas y que se corresponde con la “analogía de eco” que se mencionó, es repetir la misma nota. Sin embargo, en la obra se usan distintas variantes que producen diferentes efectos de tensión-distensión que se describirán en el análisis de sólo una pequeña sección de la obra. En la siguiente imagen se muestra la partitura de la sección a analizar. La parte electroacústica está anotada de forma esquemática en los dos pentagramas inferiores.

The image shows a musical score for Cello and Electroacoustic. The score is divided into three systems. The first system is marked "Con bravura" and "ff". The second system is marked "mf". The third system is marked "ff". Red lines are drawn across the Electroacoustic staves, indicating specific components of the "grave" stratum. The Cello part features complex rhythmic patterns with triplets and quintuplets.

Esta sección está construída en base a dos estratos principales que se reparten entre el cello y la electroacústica. Por un lado, está el estrato “grave” que se basa en sonidos *pizzicato* repartidos entre el cello y la electroacústica. Las líneas en rojo marcan las componentes de ese estrato. Las sucesiones de duraciones que se producen se muestran numéricamente a continuación:

#### COMP. 1

C#-E	1.4	-
E-B	.975	-
B-C	.847	-
C-Bb	.633	-

#### COMP. 2

Bb-G	.575	-
G-E	.458	-
E-D#	.266	-
D#-C#	.3	-
C#-B	.475	+
B-C#	.791	+

C#-A .833 +

COMP. 3

A-G .9 +

G-D# 1.6 +

D#-F 1.25 -

F-C# .65 -

COMP. 4

C#-G .225 -

G-F .25 +

F-G 1 +

G-C# 1.666 +

COMP. 5

C#-G 1 -

G-D# .166 -

Los signos “-” y “+” muestran respectivamente disminución y aumento del intervalo de comienzo entre el par de notas al que se refieren y el par siguiente. Se puede apreciar que las duraciones de los intervalos de comienzo disminuyen y aumentan de forma monótona pero sin seguir un patrón regular. Las sucesiones de aumentos y desaumentos, a su vez, se van haciendo más breves, acelerando la estructura de cambio. Encontramos:

----- + + + + - - - + + + - -

Por otro lado, cada uno de estos sonidos graves resulta continuado por iteración, o bien en la electroacústica, o bien por la sucesión de notas de cada *ricochet* que les siguen (las iteraciones de sonidos no están anotadas en la parte electroacústica, por razones de simplicidad).

Las sucesiones de notas usadas en las arcadas *ricochet* que constituyen el segundo estrato están realizadas buscando la mayor variedad posible en su evolución de registro, que produce distintos efectos de tensión-distensión. Se describen a continuación:

1-Nota repetida (D).

2-Cambio descendente (Bb-Ab).

3-Cambio ascendente (D-Fs).

4-Cambio ascendente-descendente (Fs-A-F).

5-Nota repetida (F).

6-Cambio ascendente con final alternando dos notas (Fs-A).

7-Cambio ascendente gradual alternando notas (A-Bb-B-C).

8-Alternancia con final ascendente (B-Gs-C).

9-Cambio descendente-ascendente (C-Gs-B).

10-Cambio ascendente (D-Fs).

11-Cambio descendente con elisión “sorpresa” (el Ds se corresponde también con el estrato de sonidos graves antes descripto).

El cambio final desde el G al Ds grave es una suerte de “resolución” de la tensión sucesiva y acumulada de manera no-monótona en toda esta sección y se refuerza con la continuación final del Ds grave de forma decreciente que es tomada por la electroacústica.

## Conclusiones

La breve sección analizada presenta, en una suerte de “exposición condensada” los elementos e ideas básicas de la obra. El reverso del gesto que se describió, análogo al de la respuesta temprana de un recinto o sala también es usado en combinación, produciendo un efecto ambiguo de tensión-distensión, análogo al de arsis-tesis.

Cabe aclarar que la analogía entre este gesto y respuesta de sala se usó para la construcción de gestos musicales o pseudo-motivos con un efecto *cuasi temático*, y no para generar una estructura de duraciones de larga escala.

Los procedimientos y técnicas usados en la electroacústica a través de la granulación espectral y espacial han sido y son usados por numerosos autores. El autor que escribe este informe los viene usando, investigando en cuanto a sus posibilidades expresivas y produciendo aplicaciones informáticas en su actividad de investigador académico (Di Liscia, [4], [5], [6], [7], [8] y [9]).

## Referencias

[1]-Basso, Gustavo (2009): *Percepción del ambiente acústico* (Traducción al español de Oscar Pablo Di Liscia), Capítulo del Libro: *Música y espacio: Ciencia, tecnología y estética*, Colección *Música y Ciencia* (Basso, Di Liscia, Pampin, editores), Editorial UNQ.

[2]-Cetta, Pablo (2010): *Un modelo para la simulación del espacio en Música*, Editorial Educa, Buenos Aires, 2010.

[3]-Coleman P., Franck A. et al (2017): *Object-based reverberation encoding from first-order Ambisonic RIRs*, AES2017.  
<http://www.aes.org/e-lib/browse.cfm?elib=18608>

[4]-Di Liscia, O. P., (2017): *Spectral and 3D spatial Granular synthesis in Csound*, ICSC 2017 Proceedings, Luis Jure (Editor), Universidad de la República, Montevideo, Uruguay, pp-47-53.  
[http://csound.com/icsc2017/proceedings/ICSC2017\\_paper\\_Di.Liscia.pdf](http://csound.com/icsc2017/proceedings/ICSC2017_paper_Di.Liscia.pdf)

[5]-Di Liscia, O. P. (Editor y Co-Autor), (2016): *Síntesis Espacial de Sonido*, CMMAS, Morelia, México, Libro Electrónico con materiales multimedia adicionales, 80 páginas, Capítulos a cargo de: Mariano Cura, Damián Anache, Martín Matus, Marcelo Martínez, Esteban Calcagno y Oscar Pablo Di Liscia. Dirección de descarga en:  
[https://cmmas.org/store/products/product\\_by\\_category/4](https://cmmas.org/store/products/product_by_category/4)  
(N.B. en la Referida URL hay que gestionar un nombre de usuario para poder descargar el libro).

[6]-Di Liscia, O. P. (Editor y Co-Autor), (2016): Vol.8, N°16 de la Revista *Sonic Ideas/Ideas Sónicas*, “La composición espacial en la música electroacústica”, CMMAS, Morelia, México. Artículos de: Trond Lossious, Joseph Anderson, Pablo Cetta, Joachim Heintz, Juan Reyes, José Halac, Andrés Cabrera y Nicolás Varchausky.

[7]-Di Liscia, Oscar Pablo, (2016): *Granular synthesis and spatialisation in the Pure Data environment*, PDCon 2016 Proceedings, Waverly Labs, NYU, New York, USA. pp.25-29.  
<http://www.nyu-waverlylabs.org/pdcon16/proceedings/>

[8]-Di Liscia, Oscar Pablo, (2015): Software *the\_grainer*, en código de Csound. Entorno para Síntesis granular y espectral espacializada  
[https://github.com/odiliscia/the\\_grainer\\_Csound\\_gh](https://github.com/odiliscia/the_grainer_Csound_gh)

[9]-Di Liscia, Oscar Pablo, (2012): External *the\_grainer~*, librería dedicada a Síntesis Granular Espacializada para Pure Data.  
[https://github.com/odiliscia/the\\_grainer\\_PureData\\_gh](https://github.com/odiliscia/the_grainer_PureData_gh)

[10]-Dave Malham (2009): *El espacio acústico en tres dimensiones y su simulación por medio de Ambisonics* (Traducción al español de Oscar Pablo Di Liscia), Capítulo del Libro: Música y espacio: Ciencia, tecnología y estética, Colección Música y Ciencia (Basso, Di Liscia, Pampin, editores), Editorial UNQ.