

CONDICIONES NECESARIAS PARA EL USO MUSICAL EFICAZ DEL DESPLAZAMIENTO ACÚSTICO TEMPORAL

Referencia PACS: 43.75.Cd

Basso Gustavo; Guillén Julio; Liut Martín.
Facultad de Bellas Artes. Universidad Nacional de La Plata. Argentina.
Calle 5 N° 84
La Plata
Argentina
Tel.: 54 221 4259119
E-mail: basso@isis.unlp.edu.ar

ABSTRACT

From the notion of time follow some other notions: movement, velocity, pulse, rhythm. In the articulation of a variety of phenomena and concepts within a coherent synthesis, holds the difficulty about the so called "temporal problem". With the aim of giving an empirical basis and an answer from science to this subject, many experimental designs have been developed. Also we have studied the application of some of these temporal phenomena in musical works of the XX century.

RESUMEN

A partir de la llamada paradoja del desplazamiento acústico temporal se pueden definir dos ejes temporales distintos: uno vinculado al tiempo físico y el otro al psicológico. En el presente trabajo se examinan las condiciones de validez de este fenómeno y se definen los límites de transición de las señales físicas determinados por el principio de indeterminación acústico. A continuación se analiza la aplicación del fenómeno a diferentes piezas de música del siglo XX.

INTRODUCCIÓN

De las muchas experiencias que nombramos con el término "tiempo", algunas involucran nociones relacionadas con la sucesión, el presente, el pasado y el futuro. Otras con las ideas de instantaneidad, simultaneidad y duración. Y están las que tienen que ver con la irreversibilidad del tránsito de pasado a futuro. De la noción de tiempo se derivan de forma más o menos directa algunas otras: movimiento, velocidad, pulso, ritmo. En articular semejante variedad de fenómenos y conceptos dentro un sistema coherente radica la dificultad del llamado problema temporal.

Son abundantes y variadas las soluciones propuestas hasta ahora para resolver este problema. Pero es posible reconocer en la historia del pensamiento dos grandes tendencias. La primera, que cuenta en sus filas a Aristóteles y a Newton, considera al tiempo como un hecho físico

al que se adapta la mente humana. La segunda supone que el tiempo es un fenómeno que pertenece a la mente humana y que el de los físicos es un constructo proveniente de la idealización de los contenidos mentales. Se pueden situar en esta última línea a pensadores como San Agustín, Brentano o Husserl. Para Paul Ricoeur estas opciones no se solapan por entero: a la perspectiva física le falta la capacidad de concebir un presente a partir del instante, y a la perspectiva mentalista le falta sustento a la hora de explicar de forma satisfactoria el durar.

Con el fin de dotar de base empírica y dar una respuesta desde la ciencia a esta cuestión se han ideado gran cantidad de experimentos durante los últimos doscientos años. Entre los más interesantes pueden citarse los de Whilhem Wundt, Edgard Rubien, Ladefiged y Broadbent, Paul Fraisse, J. F Brown, K. Koffka, Max Wertheimer y J. T. Fraser. En los últimos años se deben agregar algunos relacionados específicamente con el sentido de la audición, línea en la que se destacan los trabajos de Albert Bregman y Giovanni Vicario.¹

Entre las pruebas experimentales se destacan las referidas al *desplazamiento temporal* por la fecundidad conceptual que exhiben. Fueron iniciadas por Whilhem Wundt y continuadas luego por Edgard Rubien. En estas experiencias se logra transformar un fenómeno de simultaneidad física en una sucesión psicológica. Varias hipótesis fueron propuestas por entonces para dar cuenta del fenómeno, y entre ellas prevaleció la que suponía que la heterogeneidad de los estímulos constituía el factor responsable de los desplazamientos temporales.

Nosotros hemos intentado aplicar varios de estos fenómenos temporales a diferentes obras musicales del siglo XX. El trabajo es resultado del Proyecto de Investigación *Nuevas teorías acústicas y perceptuales: su aplicación al fenómeno musical* que se desarrolla en la Facultad de Bellas Artes de la Universidad Nacional de La Plata.

LA PARADOJA TEMPORAL

El psicólogo italiano Giovanni Bruno Vicario comienza en la década de 1970 años 70 con sus investigaciones sobre el fenómeno del desplazamiento temporal, en los que plantea la imposibilidad de establecer una correspondencia biunívoca entre el tiempo físico y el psicológico.²¹ Una de las evidencias que esgrime para defender esta hipótesis es la del *desplazamiento temporal de estímulos acústicos: Tomando la secuencia $[a_1 - b - a_2]$ en el tiempo físico t , si el estímulo central (b) tiene una frecuencia que difiere de forma notable (cuatro octavas) de los estímulos laterales y escogemos estímulos muy breves (80 milisegundos), lo que se oye en el tiempo fenoménico T es una sucesión distinta $[A_1 - A_2 - B]$. Los sonidos más agudos -que en realidad difieren en un tono-, se oyen seguidos y el sonido intermedio, más grave, se ve relegado al final de la sucesión.*³

Vicario comprobó que en el caso de que los estímulos a_1 y a_2 sean notablemente más extensos que b el fenómeno se hace más evidente e incluso desaparece la noción de "localización temporal" de b , que parece flotar sobre los dos sonidos agudos. La conclusión a la que llega es que "Una secuencia de estímulos no homogéneos es más propicia para la producción de desplazamientos temporales". La falta de correspondencia no se puede atribuir a ningún proceso fisiológico, y no parece sencillo explicar de qué modo relaciones específicas no temporales -como semejanza o disimilaridad- puedan interactuar con interacciones temporales -como antes / después.

Límites de validez del fenómeno

Aunque los investigadores citados destacan la importancia que tiene la duración de los estímulos en la aparición del desplazamiento temporal, no especifican limitación alguna en la conformación espectral de las señales de prueba. De hecho, la reproducción literal del experimento de Vicario no da el resultado esperado. El motivo hay que buscarlo en el perfil dinámico de las

transiciones entre las distintas señales: si éstas son bruscas (Figura 1a) aparece un gran ancho de banda asociado que destruye la separación en frecuencia estipulada en la hipótesis original. La aparente anomalía se debe simplemente a que no puede ser quebrantado el límite impuesto por el principio de indeterminación acústico.⁴ El efecto se aprecia claramente en el diagrama tridimensional de la Figura 1b.

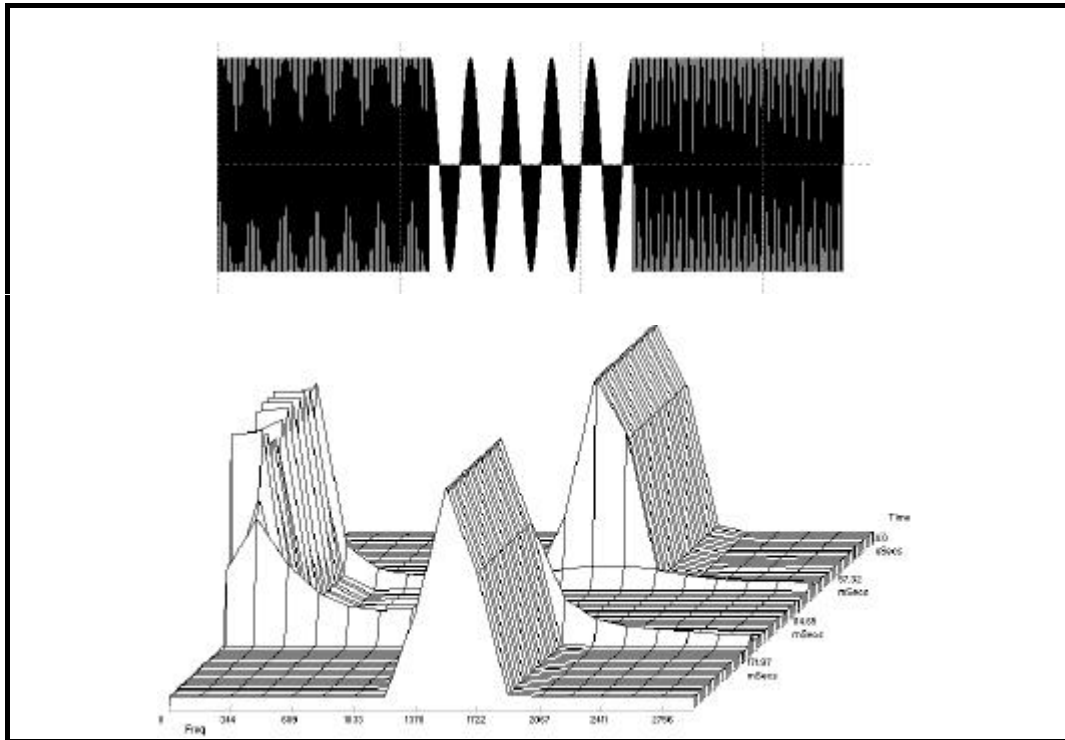


Figura 1: gráfico temporal y TEF de la secuencia tal como la propone G. Vicario

Cuando se elimina este auténtico "puente espectral" al modificar los estados transitorios entre señales (nosotros aplicamos curvas de transición gaussianas para lograrlo) el fenómeno de desplazamiento temporal comienza a ser percibido. En la figura 2 se puede observar la señal de prueba modificada y el efecto derivado: comparando los diagramas tridimensionales de las Figuras 1 y 2 se ve claramente la mayor aislación (separación espectral) entre las señales a_1 y a_2 con respecto a la señal b . Esta separación corresponde al postulado de Vicario en el punto en el cual le impone a los estímulos la condición de no homogeneidad.

Como ya apuntáramos, en las últimas décadas los estudios sobre el funcionamiento de la percepción auditiva se desarrollaron notablemente. Pero todavía se encuentran en un estadio que hace difícil su aplicación al fenómeno musical. La razón se encuentra en que, para poder comprobar los mecanismos de organización perceptiva, los experimentos de laboratorio hacen foco en un limitado número de parámetros musicales, anulando el resto en la medida de lo posible para eliminar variables y evitar ambigüedades. O utilizan situaciones extremas -en registros, sonoridades o duraciones- para tantear los límites de nuestra capacidad perceptiva. Así, al verificar fenómenos como el de fusión armónica o de "Stream Segregation" Albert Bregman emplea señales sinusoidales puras o bandas angostas de ruido, o trabaja con separaciones extremas de frecuencias y duraciones muy breves.⁵

Estas experiencias de laboratorio -como reconocen muchos de los investigadores que las llevan a cabo-, distan bastante por su simplicidad de lo que sucede en cualquier hecho musical, en los que una multiplicidad de parámetros muchas veces contradictorios amortiguan u ocultan algunos de los fenómenos descritos en los tests. Es posible, sin embargo, encontrar en muchas obras el aprovechamiento -intencional o no- de alguna de estas peculiaridades de la percepción auditiva en diferentes instancias del discurso musical. Por tratarse de situaciones musicales "reales" (esto es, dentro del contexto de una "puesta en obra" y no de una situación ascética creada en laboratorio) estas manifestaciones no tienen la intensidad y la claridad que es dable hallar en los experimentos mencionados. Pero estos últimos sí pueden dar cuenta de la manera en que algunos compositores se valen de los fenómenos asociados para la construcción de una situación musical concreta. Podemos decir entonces que no resulta sencillo encontrar ejemplos musicales donde este fenómeno se produzca con la claridad del experimento de laboratorio. Y mucho menos cuando la experiencia controlada se perfecciona con las correcciones dinámicas planteadas más arriba.

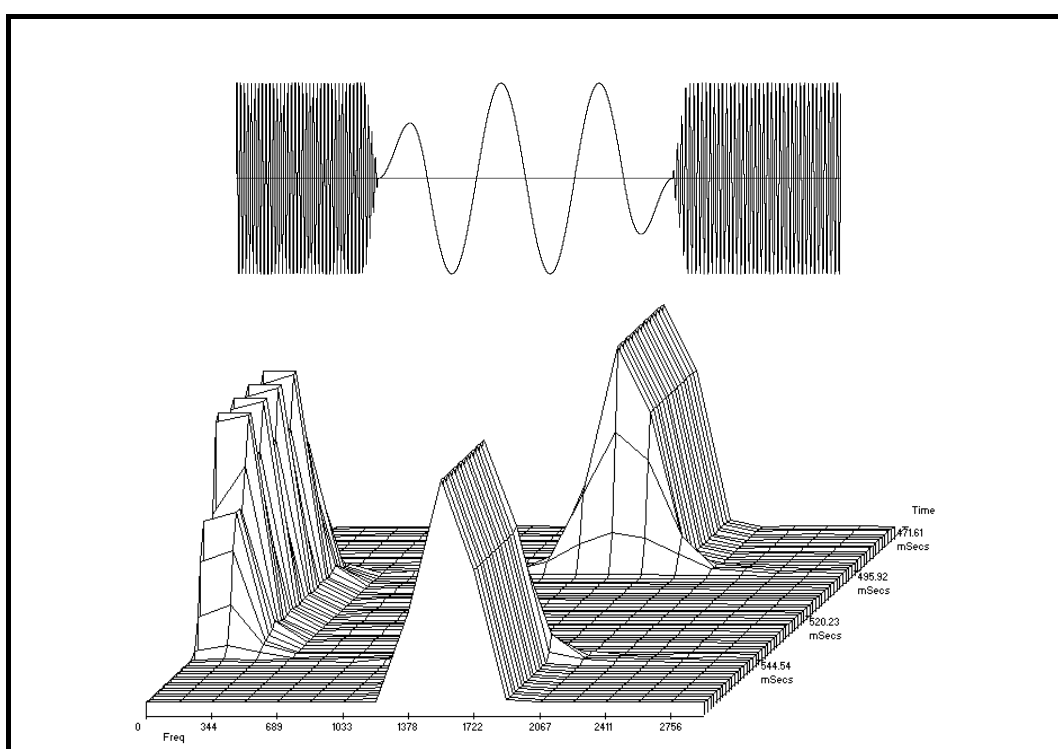


Figura 2: a) detalle de la secuencia temporal con transiciones gaussianas largas.
b) Gráfico TEF de la misma

Ejemplos

Hemos hallado no obstante algunos casos en los que se produce una situación de ambigüedad temporal asociada a estímulos sonoros muy distanciados en frecuencia. Se trata de fragmentos pertenecientes a las obras *Homenaje a García Lorca* de Silvestre Revueltas, *Atmósferas* de Gyorgy Ligeti, y *Sinfonía* y *Secuencia IV para piano* de Luciano Berio. En éstos se puede dar cuenta del fenómeno en situaciones de yuxtaposición, de contrapunto y de homofonía. Por razones de espacio aquí expondremos sólo uno de los ejemplos mencionados.

El mexicano Silvestre Revueltas instrumenta una misma melodía con una tuba y una flauta piccolo en dos pasajes de su obra *Homenaje a García Lorca* (1936) para orquesta reducida, el primero a una distancia de cuatro octavas y el segundo a una de cinco. El paralelismo absoluto de

relaciones de altura y duraciones debería ayudar a fundir los dos instrumentos. Sin embargo, la fenomenal separación en el registro de ambos no genera la fusión esperable en una situación "normal" (es decir con la duplicación melódica más cercana). El efecto es consolidado por la ausencia de otros instrumentos que completen el "hueco" espectral entre ambos (por sus características organológicas, la tuba no entrega gran cantidad de energía a sus armónicos superiores). Las peculiaridades de los instrumentos -tuba y flautín- y la articulación especificada por el autor contribuyen a crear señales con envolventes dinámicas de ataque suaves, en sintonía con nuestro comentario al experimento de Vicario.⁶

Al oír el pasaje nuestra atención pareciera focalizarse en uno de los dos instrumentos. Aunque es evidente que están tocando en absoluta sincronía desde la perspectiva del tiempo físico, no deja de percibirse una ambigua sensación de "desajuste", probablemente por el desfase entre tiempo físico y psicológico propio del fenómeno bajo análisis.

En el caso del *Homenaje a García Lorca* el objetivo aparente de Revueltas es generar tensión a partir de la oposición entre la capacidad para integrarse que tiene lógicamente una melodía "doblada" y la sensación contraria que produce la separación espectral de los instrumentos involucrados, en sintonía con el enunciado de Fraisse.

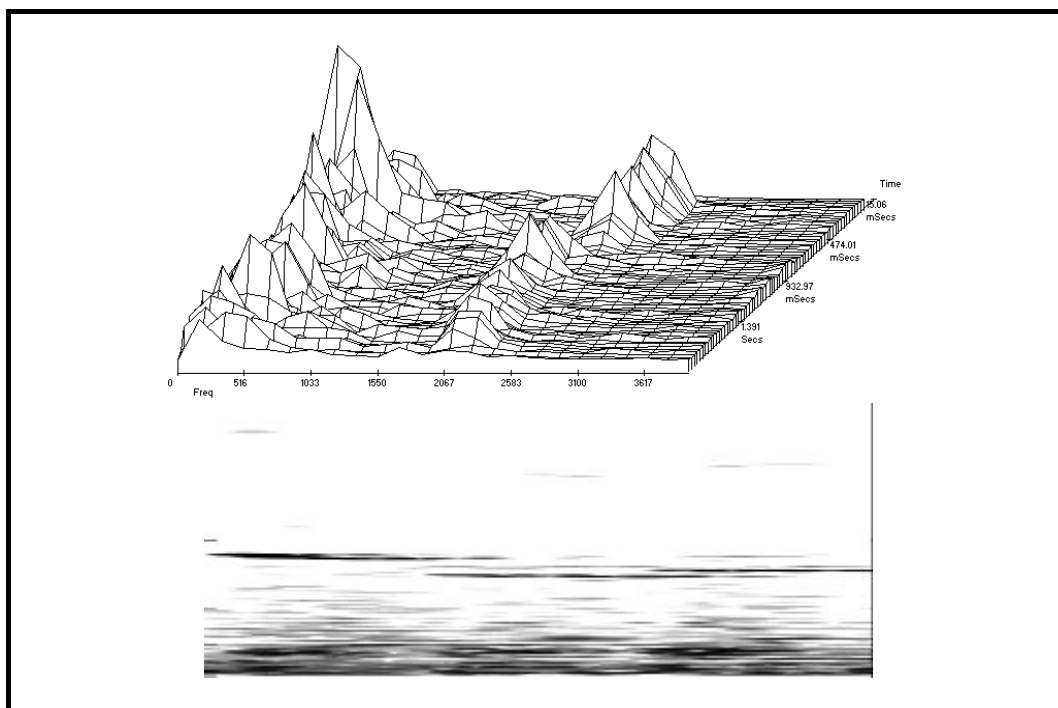


Figura 3: gráfico TEF y sonograma del fragmento de "Homenaje a Lorca" de Silvestre Revueltas.

CONCLUSIONES

Los fragmentos musicales expuestos parecen confirmar la teoría del desplazamiento temporal de Giovanni Vicario. Cada uno de los compositores empleó esta característica perceptiva de manera diferente de acuerdo a sus objetivos y a los presupuestos estilísticos involucrados. Si la intención fue la de independizar y desvincular diferentes elementos de una estructura, la estrategia planteada permite lograrlo hasta en la trama temporal misma (que en ese caso se desdoblará en dos tramas temporales separadas y autónomas).

Si por el contrario el propósito del autor se dirige a la fusión de estructuras el fenómeno de desplazamiento temporal debe ser evitado. Junto a la técnica ya apuntada por Vicario y Fraisse, consistente en reducir la distancia espectral que separa a los estímulos, nosotros agregamos la que parte del ensanche espectral en las zonas de transición: determinadas articulaciones y ataques destruyen la paradoja, sincronizando el tiempo físico con el psicológico. Aquí una cuidadosa elección de los medios instrumentales, que incluye tanto los instrumentos mismos como las demás variables involucradas -registro, matiz, articulación, etc.- resulta decisiva.

NOTAS

¹ Ver Bregman (1990) y Vicario (1997).

² Vicario (1967).

³ Vicario (1997).

⁴ El principio de indeterminación acústico establece que el producto del ancho de banda (Δf) y la duración de una señal (Δt) no puede ser inferior a un cierto valor mínimo.
Es decir: $\Delta f \times \Delta t \geq 1$. Ver Basso (1999).

⁵ En Bregman (1990).

⁶ La decisión de Revueltas de apelar a instrumentos en registros extremos no es casual. Según Coriún Aharonian uno de los elementos constitutivos de su música es la utilización de instrumentaciones de este tipo, "particularmente la tuba y el piccolo". Aharonian (1991).

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Aharonian, Coriún (1991). "Dos o tres apuntes acerca de Silvestre Revueltas", *Lulu* 2, 36-40.
- Basso, Gustavo (1998). "Modelos Estáticos y Dinámicos en Acústica Musical" en *Actas de la 2ª Conferencia Iberoamericana de Investigación Musical* (Lanús, Argentina).
- Basso, Gustavo (1999). *Análisis espectral: La Transformada de Fourier en la Música* (Ed. de la UNLP, La Plata).
- Bregman, Albert (1990). *Auditory Scene Analysis* (MIT Press, Cambridge).
- Butler, David (1992). *The Musician's Guide to Perception and Cognition* (Schirmer Books, New York).
- Dennett, D. C. (1993). *Coscienza* (Rizzoli, Milán).
- Deutsch Diana (1995). *Musical Illusions and Paradoxes* (Philomel R. Inc., La Jolla).
- Fraisse Paul (1967). *Psychologie du temps* (PUF, París).
- Fraser, J. T. (1992). *Il Tempo, una Presenza Sconosciuta* (Feltrinelli, Milán).
- Freeman, Walter (1991). "Fisiología de la percepción," *Inv. y Ciencia* 175 (abril).
- Houtsma, A., Rossing, T. y Wagenaars, W. (1987). *Auditory Demonstrations* (CD & Book), A.S.A.
- Köhler, W., Koffka, K y Sander, F. (1962). *Psicología de la Forma* (Paidós, Buenos Aires).
- Köhler, Wolfgang (1972). *Psicología de la Forma. Su tarea y últimas experiencias* (Biblioteca Nueva, Madrid).
- Liut, Martín (1993). "O King, segundo movimiento de la Sinfonía de Berio" en *Actas de las I Jornadas sobre Música en el Siglo XX*, La Plata (no editadas).
- Majerník, V. y Kaluzný, J. (1979). "On the auditory uncertainly relations", *Acustica* 43, 132-146.
- Risset, Jean Claude (1978b). *Paradoxes de Hauteur* (Rapports IRCAM N°10, París).
- Risset, Jean Claude (1978c). *Hauteur et Timbre des Sons* (Rapports IRCAM N°11, París).
- Rock, Irvin y Palmer, Stephen (1991). "El legado de la psicología de la forma," *Inv. y Ciencia* 173, 50-57.

Ruiz, Ricardo (1995). *Ideas para el estudio de la organización psíquica*, (Editorial de la UNLP, La Plata).

Vicario, Giovanni Bruno (1967). *Tempo Psicologico ed Eventi* (Giunti-Barbèra, Florencia).

Vicario, Giovanni Bruno (1997). "Time in Psychology", *Sci. Am.* Octubre, 74-82.

Zwicker, E. y Fastl, H. (1990). *Psychoacustics* (Springer-Verlag, Berlin).