

# **Incidencia de las fuentes de información temporal en la inducción del beat durante la recepción multimodal de una ejecución coral.**

Alejandro Ordás y Isabel Cecilia Martínez.

Cita:

Alejandro Ordás y Isabel Cecilia Martínez (Septiembre, 2013). *Incidencia de las fuentes de información temporal en la inducción del beat durante la recepción multimodal de una ejecución coral. XI Encuentro de Ciencias Cognitivas de la Música. SACCoM, TMP (FBA - UNLP) y LEEM (FBA - UNLP), Ciudad Autónoma de Buenos Aires.*

Dirección estable: <https://www.aacademica.org/alejandro.ordas/4>

ARK: <https://n2t.net/ark:/13683/ptqr/gcd>



Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons.  
Para ver una copia de esta licencia, visite  
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.es>.

*Acta Académica es un proyecto académico sin fines de lucro enmarcado en la iniciativa de acceso abierto. Acta Académica fue creado para facilitar a investigadores de todo el mundo el compartir su producción académica. Para crear un perfil gratuitamente o acceder a otros trabajos visite: <https://www.aacademica.org>.*

# Incidencia de las fuentes de información temporal en la inducción del beat durante la recepción multimodal de una ejecución coral

Manuel Alejandro Ordás e Isabel Cecilia Martínez

Laboratorio para el Estudio de la Experiencia Musical (LEEM) – Facultad de Bellas Artes -  
Universidad Nacional de La Plata

## Resumen

La inducción del Beat (IB) es la habilidad cognitiva que nos permite experimentar un pulso regular en la música con la que podremos sincronizar. En las ejecuciones corales los participantes entonan y coordinan temporal y recíprocamente sus ejecuciones con las de los demás, para lo cual se ajustan mutuamente y adaptan continuamente su timing para mantener la sincronía con las desviaciones temporales expresivas que tiene cualquier interpretación. Es necesario indagar acerca de (i) cuáles son las claves o pistas temporales que obtienen en la ejecución coral el los coreutas del director, el director de los coreutas y los coreutas entre sí; (ii) quién las guía o conduce y (iii) cuáles resultan ser más relevantes (dominancia auditiva, audiovisual o visual) en el devenir temporal de la ejecución. El presente estudio indaga el efecto que las claves multimodales y la organización textural del ritmo tienen en la IB durante la recepción de una obra coral. Se espera encontrar indicadores del modo en que las claves multimodales, como por ejemplo la interacción multimodal del ritmo puedan afectar la IB y por ende la eficacia de la sincronización.

## Resumo

A indução do Beat (IB) é a habilidade cognitiva que nos permite experimentar um pulso regular na música com a qual podemos sincronizar. Nas execuções corais, os participantes entonam e coordenam temporal e reciprocamente suas execuções com as dos demais, para o qual se ajustam mutuamente e adaptam continuamente seu timing, de modo a manter a sincronia com os desvios temporais expressivos que qualquer interpretação tem. É necessário questionar sobre (i) quais são as chaves ou pistas temporais que se obtém no refrão: o maestro, o diretor, o diretor do coral e seus participantes entre si; (ii) de onde provém (quem os guia ou conduz) e (iii) quais são os mais relevantes (dominância auditiva, audiovisual ou visual) no futuro temporal da execução do coral. O presente estudo investiga o efeito de chaves multimodais e organização textural do ritmo têm o IB ao receber uma obra coral. Esperamos encontrar indicadores que modo as chaves multimodais, como a interação multimodal do ritmo pode afetar a IB e, conseqüentemente, a eficiência da sincronização.

## Abstract

Beat induction (BI) is the cognitive skill that allows us to hear a regular pulse in music to which we can then synchronize. In choral performances, individuals should attune and coordinate temporarily and reciprocally their performance with each other for which adjust themselves and continuously adapt their timing in order to keep synchrony against expressive temporary deviations that shows up in any performance. It is necessary to inquire about (i) which are temporary clues that get the choir from the conductor, the conductor of the choristers and singers with each other, (ii) where they come from (who's driven or led them) and (iii) which appear to be most relevant (auditory, audiovisual or visual dominance) in the temporal evolution of choral performance. The present study investigates the effect that multimodal keys and rhythm's textural organization have in the BI while receiving a choral work. We expect to find indicators of the way that multimodal keys, such as rhythm's multimodal interaction may affect the BI and hence efficiency of the synchronization.

## Fundamentación

La Inducción del Beat (IB) es una habilidad cognitiva primaria que permite experimentar un pulso regular en la música y sincronizar con ella (Honing, 2012). Se prefiere utilizar el término inducción del beat en lugar de percepción del beat (y sincronización) para enfatizar el hecho de que el beat no siempre necesita estar presente físicamente para poder ser experimentado:

“La IB involucra la experiencia del beat asociada a grupos temporales periódicos. Formalmente, el beat se describe como el nivel dominante (el tactus) en una jerarquía de períodos (el metro). Es posible que un ritmo sea amétrico, por ejemplo, que tenga una agrupación temporal no periódica y por lo tanto no promueva a inducir el beat. El tiempo es la velocidad del beat, el cual puede ser constante o variar continuamente.” (McAngus et al., 1999, p. 6)

La IB es un caso particular que integra el llamado principio general de inducción (Knuf y otros, 2001; Prinz, 2002, citados por Leman, 2008). Forma parte del ciclo percepción-acción que comprende la interpretación de las claves audiovisuales que se tornan pistas ambientales o *affordances* (Gibson, 1977) que conducen a una acción adaptativa de los mecanismos temporales de regulación del timing por parte del sujeto. Así, cuando el coreuta modifica la temporalidad en los ataques del canto con el objeto de variar la organización del pulso a partir de las claves visuales de los movimientos de dirección, el foco no estaría en el seguimiento pasivo de alguna característica de la música, sino en el control activo (manifestación de la inclinación a atribuir intenciones a la música) y la predicción de corto plazo de las secuencias musicales que seguirán inmediatamente a lo que se está percibiendo. Durante la IB las resonancias del sistema motor (Van Noorden y Moelants, 1999) pueden implicar una comprensión de la acción intencionada.

Estudios empíricos tales como los de Bruno Repp (2004; 2005; 2006; 2008) uno de los investigadores que más ha puesto el foco en el análisis de los procesos intervinientes en las relaciones de temporalidad entre ejecutantes, demuestran que durante la ejecución compartida existen períodos de adaptación y convivencia en el tiempo, lo cual deviene en su replicación como producto de las interacciones de las fases temporales que se suceden en el

interior del proceso comunicativo. La adaptación del *timing* es uno de los procesos cognitivos que permite a los individuos alcanzar una meta común (entre miembros de un grupo/ensamble) y que brinda coordinación y cohesión al ensamble mientras se comparte la acción musical; para su realización se requiere ir ajustando el *timing* propio con el fin de mantener la sincronía frente a eventuales cambios de tempo u otros eventos impredecibles.

Si queremos analizar el modo en que los procesos de regulación temporal (IB y *timing*) se sustancian en la práctica coral, debemos primero entender que dicha práctica provee un ambiente rico de interacciones entre director/coreutas, coreutas/coreutas, en donde los integrantes del conjunto construyen la temporalidad de la ejecución (Ordás, 2012). Luego, es necesario indagar acerca de cuáles son las claves o pistas temporales que el coro obtiene del director, el director de los coreutas y los coreutas entre sí; cuál es el grado de emparejamiento entre ellas (quién las guía o conduce en cada caso) y cuáles resultan ser más relevantes (dominancia auditiva, audiovisual o visual) en el devenir temporal de la ejecución coral.

Dirigir puede definirse por un lado como la posibilidad de corporeizar patrones de expresión con el objeto de comunicar la interpretación de una obra al coro, y por otro, como un modo de construcción de sentido en comunión con el conjunto de coreutas. Tanto los músicos instrumentistas que tocan en cualquier ensamble dirigido, como los músicos o coreutas que cantan en un coro, utilizan claves auditivas y visuales con el fin de sincronizar su performance con la de los demás. Las claves auditivas son proporcionadas únicamente por los otros ejecutantes-coreutas, mientras que las claves visuales son proporcionadas principalmente por el director. Si bien en términos de percepción periférica (Droll y Hayhoe, 2008) los cantantes también pueden proporcionar algunas claves o pistas visuales de sincronización entre sí, incluso en un ensamble dirigido, es el director quien provee las claves visuales más relevantes a la hora de regular el desempeño temporal individual. La capacidad de los coreutas para recoger y hacer uso de estas claves de sincronización visuales y auditivas, es por lo tanto, una habilidad necesaria para una interpretación conjunta satisfactoria

(Keller, 2001). Sin embargo, no queda claro el modo en que las claves se organizan en la práctica coral.

El presente estudio investigó la capacidad receptiva de los oyentes, entendidos como eventuales coreutas, para la sincronización temporal con las claves visuales proporcionadas por la observación de los gestos del director de una obra coral y las claves auditivas proporcionadas por la ejecución de un coro.

## Objetivos

Este estudio es parte de una investigación que se propone avanzar en el conocimiento de la naturaleza de la información temporal multimodal que intercambian los coreutas y el director en interacción durante una ejecución coral. Para ello, se llevó a cabo un experimento basado en el paradigma de *tapping* (Repp, 2005), buscando comparar la precisión de las marcaciones de pulso de sujetos al escuchar y/o visualizar un estímulo de ejecución coral. En particular se busca:

1. Estudiar el rol que las fuentes de información temporal disponibles para el oyente en la recepción audiovisual de una ejecución coral tienen en la IB durante una tarea de sincronía interactiva con la citada performance.
2. Identificar el modo en que variables multimodales de la ejecución pueden intervenir en la IB y en la regulación sensorio-motora de la sincronía.

## Método

### Sujetos

21 Sujetos jóvenes y adultos (13 mujeres y 8 varones) participaron voluntariamente del estudio. La selección del blanco de población se realizó en base al criterio de que todos fueron o son actualmente integrantes de coros amateurs.

### Estímulo

Se utilizó un fragmento de video de una ejecución de *Victimae Paschali Laudes* (M. Zoltowski, 1995) interpretado por un coro real en situación de concierto. El fragmento fue procesado digitalmente extrayendo el audio del

video de modo de obtener tres 3 clips. Cada uno corresponde a una condición (c) de recepción, según dos tipos de modalidad i) bimodal (c1 audiovisual) y ii) unimodal (c2 visual, c3 auditiva). Cada clip proporciona las siguientes fuentes de información temporal: en c1 se escucha y ve al coro y se ve la gística del director del coro; en c2 se ve la gística del director y los movimientos corporales del coro y en c3 se escucha la ejecución cantada del coro.

## Análisis del estímulo y determinación de las variables

Se seleccionó un fragmento del estímulo para el análisis que comprende los compases 19 a 34. La estructura métrica se presenta en 5/4 y este fragmento consta de dos grandes frases donde en la primera (figura 1) el texto *Agnus Redemit Oves*, que comienza en la voz de los tenores, es continuado en la siguiente frase (figura 2) sobre el texto *Christus Innocens Patri Reconciliavit Peccatores* con una duplicación de voces reforzando el mismo. Este texto esta precedido al inicio en ambas frases por un ostinato homorrítmico sobre una agrupación de *tactus* de 2+3. El segundo segmento retoma este ostinato para finalizar la frase, el cual funciona como inicio de la frase siguiente hacia una nueva articulación formal de la obra.

Para determinar las variables, la obra fue segmentada en dos partes de acuerdo al modo en que se organiza el componente multimodal de la ejecución. En dicho componente se incluye la gística del director y la organización sonora. Se tomó al *Ritmo* como variable multimodal en el proceso de IB. Se predijo que dicha variable tendría un efecto en la regulación del *timing* y por ende en el ajuste de la sincronía. De acuerdo a las segmentaciones quedaron determinados dos niveles para dicha variable:

- Homorritmia Multimodal: la homofonía vocal que genera un solo nivel de pulso o beat y se corresponde con la gística de marcación del director. Se encuentra en la sección comprendida por los 9 primeros compases (ver figura 1). Las claves auditivas proveen una clara articulación formal provista por un ostinato que se localiza en el inicio y en el final de la sección, donde todas las voces actúan de manera homorrítmica; las claves visuales



que proveen los gestos de dirección se comportan de igual manera marcando todos los beats que componen el ostinato.

- Polirritmia Multimodal: la polifonía vocal genera distintos niveles de pulso o beats que se corresponden con una determinada agrupación métrica que refuerza el director desde la gística. Se la identifica en la sección que comprende desde el compás 10 al compás 17 (ver figura 2). Las claves auditivas brindan un claro inicio de la nueva sección reforzado por la inclusión del nuevo texto con agrupaciones métricas de 3+2 en la mayoría de las voces. La gística del director no marca todos los beats en esta sección sino que agrupa en una batuta los valores largos con el fin de reforzar las entradas de las voces que tienen a cargo el texto.

### Aparatos

Para el procesamiento y edición del audio del video y para la extracción y el análisis del valor

normativo de pulso se emplearon el software SoundForge Pro 10.0 y el software Sonic Visualiser 2.2 respectivamente. Las respuestas de los participantes se registraron en forma de marcas mediante el software Sony Vegas Pro 11.0 y para el análisis de los datos se utilizó el software estadístico IBM SPSS v.19.

### Diseño y procedimiento

Se realizó una tarea de *tapping* donde los participantes recibieron audiovisual, visual y auditivamente los 3 clips de la obra. Se les solicitó que percutieran el pulso percibido (o *tactus*) lo más ajustado posible pulsando una tecla de un teclado. Se predijo que las claves audiovisuales, visuales y auditivas de cada una de las condiciones tendrían algún efecto en la IB y que la interacción entre las claves multimodales en la homofonía y polifonía rítmica y afectaría la regulación del *timing* en la tarea de *tapping*.

The image shows a musical score for 'Victimae Paschali Laudes' by M. Zoltowski, measures 19 to 27. It consists of eight staves. The first five staves are vocal parts for 'ME' (Soprano, Alto, Tenor 1, Tenor 2, Bass). The last three staves are instrumental accompaniment. The lyrics 'A - GNUS RE - DE - MIT O - VES' are written under the fifth staff. Dynamics include *p* (piano), *mf* (mezzo-forte), and *cresc.* (crescendo) markings.

Figura 1: Fragmento transcrito de *Victimae Paschali Laudes* (M. Zoltowski), compases 19 a 27 correspondiente a la primera sección de estímulo que comprende los primeros 44 beats.

CHRI - STUS IN - NO CENS PA - TRI RE - CON CI LI A - VIT PEC - CA TO - RES LI -

CHRI - STUS IN - NO CENS PA - TRI RE - CON CI LI A - VIT PEC - CA TO - RES LI -

PA - SCHA - LI

CHRI - STUS IN - NO CENS PA - TRI RE - CON CI LI A - VIT PEC - CA TO - RES LI -

PA - SCHA - LI

CHRI - STUS IN - NO CENS PA - TRI RE - CON CI LI A - VIT PEC - CA TO - RES LI -

CHRI - STUS IN - NO CENS PA - TRI RE - CON CI LI A - VIT PEC - CA TO - RES LI -

Figura 2: Fragmento transcrito de *Victimae Paschali Laudes* (M. Zoltowski), compases 28 a 34 correspondiente a la segunda sección de estímulo que comprende desde el beat 45 al 79.

## Resultados

### Extracción de las características del audio

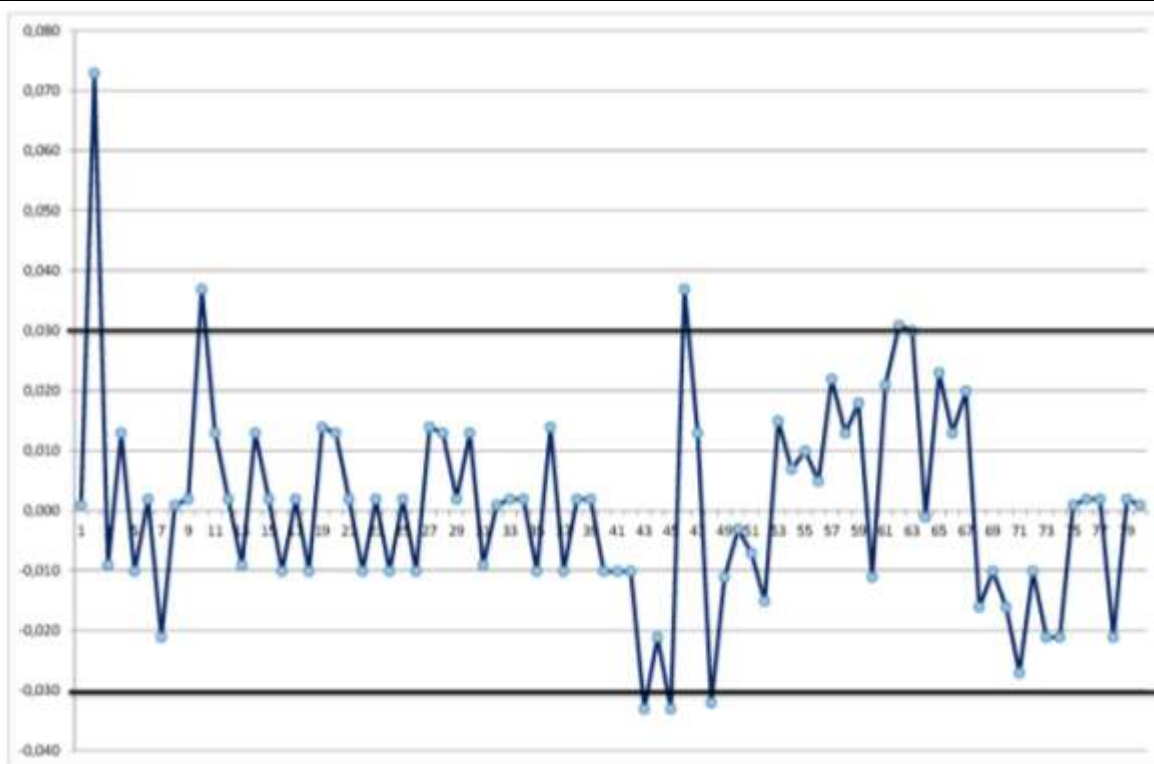
#### Identificación y análisis del beat normativo

Para identificar una pulsación que oficiara como beat normativo (BN) de toda la ejecución, manifiesta en los ataques sucesivos de la voz cantada del coro, se extrajo el valor nominal (VN) de pulso y se calculó la desviación de cada beat real extraído del audio de la ejecución del coro respecto del VN calculado. Para hacerlo se procedió de la siguiente manera:

- Se identificaron todos los ataques de cada sonido producido por los cantantes del coro y se calcularon las duraciones entre los ataques, determinando el intervalo entre ataques (IEA intervalo-entre-ataques; Repp, 2005).

- Se calculó un VN de referencia midiendo la duración total del fragmento musical y dividiéndola por el número de beats totales seleccionados del estímulo (determinado en 80), que se estimó en negra=120 bpm (beats por minuto), de donde se deduce que cada beat tiene unos 0.5 segundos de duración.
- Se calculó la desviación de cada beat real respecto del VN calculado. Dichos valores de desviación constituyeron el perfil de *timing* del ejemplo musical. Dada la complejidad de la señal resultante de audio producto de la polifonía vocal y al advertir desajustes, se corrigió manualmente cada ataque del coro según el espectro de frecuencias.

De este modo se obtuvieron el BN del audio y la desviación del beat real de la grabación respecto del VN; estos valores fueron luego utilizados como referencia para contrastar con los *tappings* de los participantes en cada condición. Estos valores de desviación se muestran en la figura 3.



**Figura 3: Perfil de *timing* de la ejecución del coro en términos de diferencia de duración del IEA real respecto del nominal. El eje horizontal representa la línea de tiempo en que se distribuyen los 80 beats y el eje vertical representa la desviación del *timing* expresada en milisegundos respecto del BN.**

La figura 3 permite observar que sobre los 79 beats, solo 7 de ellos representan un desvío perceptible. Si bien el más desviado es el beat 2 (73 milisegundos), los 6 beats restantes conforman un desvío de apenas por encima del rango de alrededor de 30 milisegundos que los estudios de psicología de la percepción señalan como límite para la detección del desvío (Merker *et al.*, 2009) por lo cual podemos decir que la ejecución es rítmicamente muy precisa desde el punto de vista perceptivo.

### **Análisis de las respuestas de los sujetos**

#### **Conformación de la muestra**

El registro de las respuestas de los sujetos consistió en una sucesión de marcas temporales cuyo instante de ataque fue registrado con una precisión de milisegundos por el software empleado para el análisis. Se realizó un análisis inicial de conteo de las respuestas de *tapping* para cada condición, encontrándose que la condición visual fue la que más datos omitidos contenía. En la tabla 1 se consigna el número de datos faltantes para cada condición. Estos datos representaron un

20% del total, donde más del 16% se registraron solo en la c2 y cerca del 4% restante se distribuyeron en las otras condiciones.

Con el fin de obtener una muestra que permitiera realizar comparaciones entre condiciones se procedió a eliminar a los participantes que omitieron la ejecución de más de 6 beats sucesivos. La muestra quedó conformada con 10 sujetos.

CONDICIÓN	DATOS PERDIDOS
Audiovisual (c1)	47
Visual (c2)	279
Auditiva (c3)	37
Total	363

**Tabla 1: Valores perdidos de los sujetos para cada condición producto de las marcas no registradas por los participantes.**

#### **Desviaciones de *timing***

Se analizaron las marcas de los sujetos para cada respuesta de *tapping* (IB) en términos de diferencias de desviación en milisegundos

respecto del BN sin tomar en cuenta las anticipaciones o las demoras o retrasos sino el monto de desvío en milisegundos resultante para cada respuesta. Se realizó una prueba de Análisis de Varianza de Medidas Repetidas de  $10 \times 3$  definiendo la variable *Tapping* (con 10 niveles) como factor intra sujetos y la variable *Condición* con 3 niveles (Audiovisual, Visual y Auditiva) como factor entre sujetos, que arrojó diferencias significativas para *Tapping* ( $F= 3,877$ ,  $p<.000$ ) indicando se comportaron de modo diferente respecto de su ejecución en general y para *Condición* ( $F= 6,109$ ,  $p<.003$ ) lo cual muestra que cada modalidad sensorial genera un perfil diferente de respuesta. La interacción entre *Tapping* y *Condición* también resultó significativa ( $F= 2,880$ ,  $p<.000$ ), lo cual indica una IB diferente y un monto de desvío de *tapping* relativo a cada condición. En la figura 4 se presentan las medias de desvío para cada condición.

Como puede observarse la condición Visual es la que presenta el mayor número de tiempos desviados y de montos de desvío por tiempo desviado, dando lugar a un perfil con muchos picos de desvío. La condición Auditiva contiene un monto de desvío medido en cantidad de tiempos similar al de la condición Audiovisual. Sin embargo, puede observarse un perfil irregular con algunos picos de desvío similares a los encontrados en la condición Visual. Por el contrario, la condición Audiovisual es la que presenta el perfil más amesetado o suavizado. Esta última condición es la que contiene la menor desviación de los beats respecto de la curva del BN.

## Discusión de los Resultados

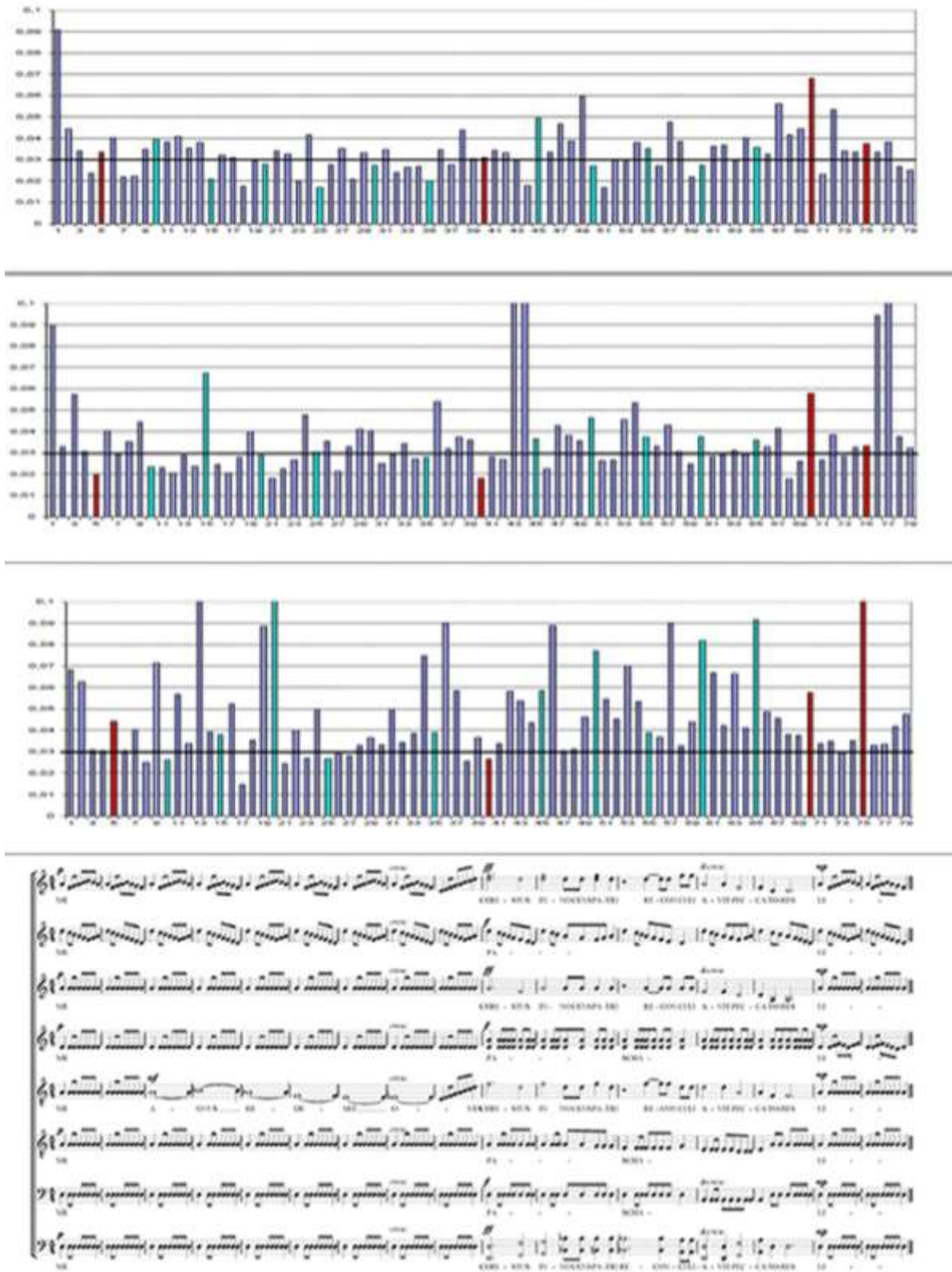
Si comparamos el monto de desvío entre tiempos sucesivos en determinadas localizaciones a lo largo del fragmento encontramos que en la condición Audiovisual algunos de los desvíos momentáneos se balancean inmediatamente tendiendo a volver hacia el centro (en este caso hacia el nivel de base de la respuesta). Los resultados muestran que en la tarea de *tapping* el componente multimodal que brinda la condición Audiovisual parece funcionar como una clave que favorece la producción sostenida en el tiempo de una respuesta más armónica a lo largo del

fragmento. En cambio, la condición Auditiva y más aún la condición Visual no parecen ofrecer el balance que provee la clave multimodal de la condición Audiovisual para la IB. Esta clave multimodal se evidencia, por ejemplo, en la sección que ocurre entre los beats 10 a 40, donde la saliencia de la melodía del tenor la constituye en figura en relación al ostinato que realiza el resto de las voces (ver figura 5), y la articulación del texto se corresponde con los tiempos fuertes del compás y con las marcaciones del director.

La redundancia multimodal se transforma así en la clave que favorece la IB. En esta sección los gestos del director solo refuerzan esa línea del tenor que observamos en la figura 5, que se representa mediante las barras celestes en la respuesta de *tapping*. Aquí la IB se observa en sincronía sobre todo en la c1 con compensaciones en el monto de desvío. En las c2 y c3 se observan valores más desviados por encima de los 30 milisegundos y específicamente en la c2 es donde las claves se vuelven menos precisas por los movimientos del director quien sólo marca el inicio de cada compás, que se registra en la curva de respuestas como una creciente asincronía en el *tapping* de los sujetos.

Por otro lado, en los beats 40 a 44, es decir en donde se ubica la transición entre las dos secciones y el punto culminante (ver último compás de la figura 1) las claves auditivas dan cuenta de variaciones temporales dentro del coro: en relación a esto puede observarse que en las condiciones unimodales c2 y c3 el grado de desvío del *tapping* de los sujetos va aumentando (haciéndose mucho más evidente el desvío en la c3 producto de las fluctuaciones perceptibles desde la audición) mientras que en la c1 es muy poco perceptible el grado de desvío hacia el beat 44, que se comporta más bien en sincronía con el BN. Sobre el beat 45, en el inicio de la nueva sección, las 3 condiciones presentan un grado de desvío perceptible; siendo menor en la c3 debido a que la estimulación se presenta menos ambigua (con indicios temporales más precisos tales como el incremento de la intensidad, la direccionalidad ascendente de las voces hacia el punto culminante, el cambio de texto y la acentuación) que las otras condiciones.





**Figura 4: Medias de desvío de las respuestas de los sujetos para los 79 beats que integran el fragmento de la obra *Victimae Paschali Laudes* (M. Zoltowski) en c1, c3 y c2 respectivamente. Cada columna corresponde a una marca de la tarea de tapping. En rojo y en celeste están señalados los primeros tiempos de cada compás a lo largo del fragmento. Se consideran desviaciones consistentes a aquellas respuestas cuyo monto de desvío supera los 30 milisegundos (Merker *et al.*, 2009) señalado en la línea negra destacada. (Continúa en la siguiente página.)**

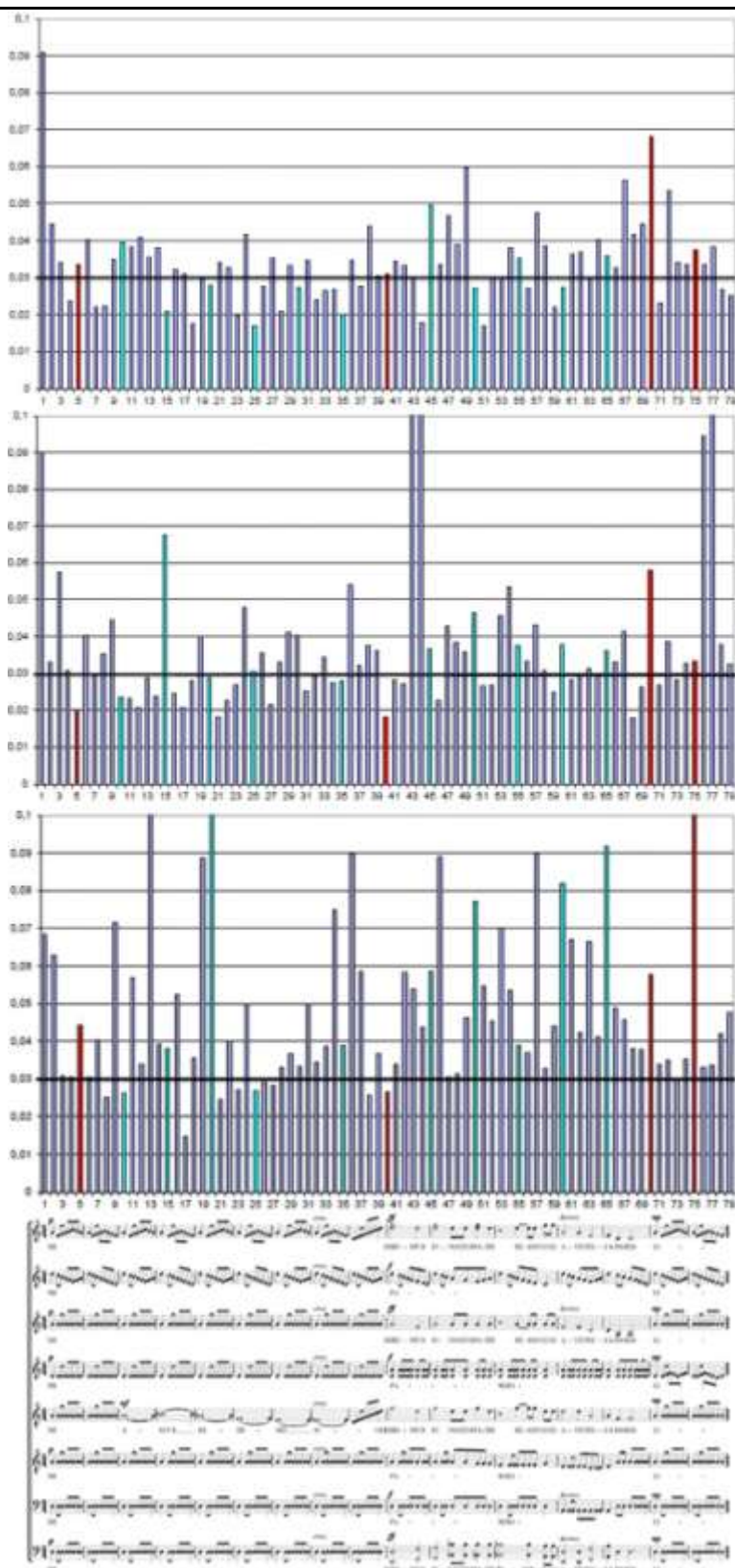
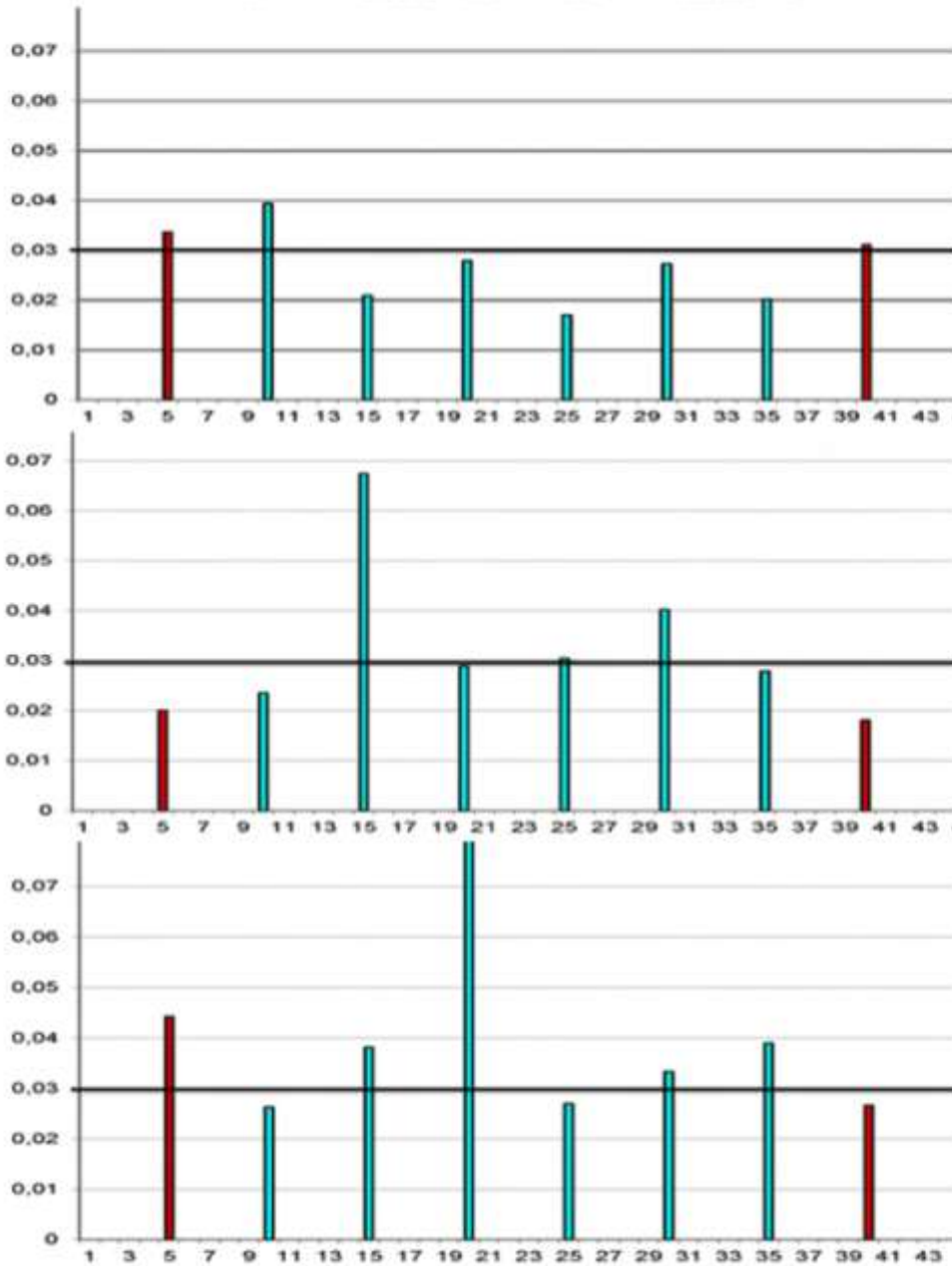


Figura 4: Medias de desvío de las respuestas de los sujetos para los 79 beats que integran el fragmento de la obra *Victimae Paschali Laudes* (M. Zoltowski) en c1, c3 y c2 respectivamente. Cada columna corresponde a una marca de la tarea de tapping. En rojo y en celeste están señalados los primeros tiempos de cada compás a lo largo del fragmento. Se consideran desviaciones consistentes a aquellas respuestas cuyo monto de desvío supera los 30 milisegundos (Merker *et al.*, 2009) señalado en la línea negra destacada.



**Figura 5:** Fragmento de partitura ilustra la voz del tenor que se destaca por la incorporación de la nueva letra y el ritmo agrupado por compas superpuesto a los perfiles de desvío de los primeros tiempos de cada compás para la c1, c3 y c2 respectivamente. Las barras rojas indican los límites del ostinato, las barras celestes representan los tiempos fuertes sobre los cuales articula la voz del tenor. La línea destacada sobre los 30 milisegundos representa el rango de desvío perceptible.

Por otro lado, en los beats 40 a 44, es decir en donde se ubica la transición entre las dos secciones y el punto culminante (ver último compás de la figura 1) las claves auditivas dan cuenta de variaciones temporales dentro del coro: en relación a esto puede observarse que

en las condiciones unimodales c2 y c3 el grado de desvío del *tapping* de los sujetos va aumentando (haciéndose mucho más evidente el desvío en la c3 producto de las fluctuaciones perceptibles desde la audición) mientras que en la c1 es muy poco perceptible el grado de

desvío hacia el beat 44, que se comporta más bien en sincronía con el BN. Sobre el beat 45, en el inicio de la nueva sección, las 3 condiciones presentan un grado de desvío perceptible; siendo menor en la c3 debido a que la estimulación se presenta menos ambigua (con indicios temporales más precisos tales como el incremento de la intensidad, la direccionalidad ascendente de las voces hacia el punto culminante, el cambio de texto y la acentuación) que las otras condiciones.

Las diferencias de desvío entre las modalidades hacen pensar en que los sujetos observan y son sensibles a lo que ocurre antes del pulso sonoro o antes del punto de impacto del movimiento. Es posible que existan indicios kinéticos que se localizan antes de que ocurra el beat (punto de impacto) coincidiendo con lo que desde la teoría de la dirección se denomina impulso (período en el que el movimiento experimenta una idea certera de pulso, que es vinculada al período de aceleración negativa máxima de la trayectoria del gesto del director (Luck y Toiviainen, 2006; Luck y Sloboda, 2008).

## Conclusiones

Una de las habilidades relevantes que los coreutas deben poner en acción para sincronizar su ejecución en el tiempo es la inducción del beat, lo cual estaría relacionado a las características de la fuente sonora y al proceso psicológico involucrado.

A partir de los resultados del presente estudio concluimos en que el componente multimodal de la ejecución coral se presenta como una *affordance* que tiene una función ecológica reguladora en la experiencia de la inducción del beat y su manifestación en la acción de *tapping*. Se asume que esta misma función regulatoria ocurre en el interior del coro.

Las implicancias para utilizar la información multimodal tanto en la práctica como en la pedagogía de la dirección coral se vinculan con la regulación adaptativa de la temporalidad, donde el individuo y el conjunto se unen con el objeto de interpretar una obra musical. Futuros estudios tratarán este problema con cantantes y directores en un ambiente de ejecución real de práctica coral donde se pueda registrar la interacción entre los participantes.

Esta concepción de la dirección coral se ofrece como alternativa a la concepción tradicional que supone una comunicación asimétrica y unidireccional entre el director y los coreutas, y proponer en cambio entenderla como un proceso comunicativo simétrico y bidireccional, de índole intersubjetivo y multimodal.

## Referencias

- Cannam, C.; Landone, C., y Sandler, M. (2010). Sonic Visualiser: An open source application for viewing, analysing, and annotating music audio files. In *Proceedings of the international conference on Multimedia*. ACM. pp. 1467-1468.
- Droll, J. y Hayhoe, M. (2008). Seeing what we can do: Insights into vision and action through observations of natural behavior. En Gomila, T. y Calvo, P. (eds.) *Handbook of Cognitive Sciences: An embodied Approach*. San Diego, CA. USA: Elsevier, pp. 189-206.
- Gibson, J. J. (1977). The theory of affordances. In R. Shaw & J. Bransford (Eds.), *Perceiving, Acting, and Knowing: Toward an ecological psychology*. Hillsdale, NJ: Erlbaum, pp. 67-82.
- Honing, H. (2012). Without it no music: Beat induction as a fundamental musical trait. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1252(1), 85-91.
- Keller, P. E. (2001). Attentional resource allocation in musical ensemble performance. *Psychology of Music*, 29 (1), 20-38.
- Leman, M. (2008). *Embodied Music Cognition and Mediation Technology*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Luck, G. y Sloboda, J. (2008). Exploring the Spatio-Temporal Properties of Simple Conducting Gestures using a Synchronization Task. *Music perception*, 25 (3), 223-239.
- Luck, G., y Toiviainen, P. (2006). Ensemble musicians' synchronization with conductors' gestures: an automated feature-extraction analysis. *Music Perception*, 24(2), 195-206.
- McAngus Todd, N. P.; O'Boyle, D. J. y Lee, C. S. (1999). A Sensory-Motor Theory of Rhythm, Time Perception and Beat Induction. *Journal of New Music Research*, 28(1), 5-28.
- Merker, B.; Madison, G., y Eckerdal, P. (2009). On the role and origin of isochrony in human rhythmic entrainment. *Cortex*, 45, 4-17.
- Ordás, M. A. (2012). Temporalidad Intersubjetiva en la Ejecución en Coro: Aportes para el desarrollo de un modelo prototípico de interacción de las claves comunicativas en la dirección Coral. *A Contratiempo. Revista de Música en la Cultura*, 3(20), 1-8.
- Repp, B. H. y Keller, P. E. (2008). Sensorimotor synchronization with adaptively timed sequences. *Human Movement Science*, 27, 423-456.



- Repp, B. H. (2005). Sensorimotor synchronization: a review of the tapping literature. *Psychonomic Bulletin & Review*, 12, 969-992.
- Repp, B. H. (2006). Does an auditory distractor sequence affect self-paced tapping? *Acta Psychologica*, 121 (1), 81-107.
- Repp, B. H., y Keller, P. E. (2004). Adaptation to tempo changes in sensorimotor synchronization: Effects of intention, attention, and awareness. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 57A, 499-521.
- Van Noorden, L. y Moelants, D. (1999). Resonance in the perception of musical pulse. *Journal of New Music Research*, 28(1), 43-66.