

# Análisis de los aspectos armónicos en el ciclo de percepción-acción en la improvisación

## Una propuesta empírica para el análisis con músicos de jazz argentinos

Joaquín Pérez

Laboratorio para el Estudio de la Experiencia Musical – LEEM – Universidad Nacional de La Plata

### Resumen

En este estudio se aborda la improvisación musical en el campo de la cognición musical corporeizada (Leman, 2008), entendiendo a la misma como una experiencia que se construye a partir de la interacción corporal y ecológica del improvisador con el ambiente. Desde la perspectiva de la teoría ecológica de la percepción (Clarke, 2005) el improvisador, en un proceso de percepción-acción simultáneo, se adapta a los rasgos estructurales y a los acontecimientos novedosos que tienen lugar en la performance. Percepción y acción regulan de esta manera la actividad interactiva y adaptativa de la improvisación posibilitando al ejecutante una 'conciencia en acto' del resultado de la performance. En un experimento se le propone a un grupo de improvisadores interactuar con una base MIDI compuesta para testear su adaptación a eventos inesperados que rompen con sus expectativas (Huron, 2006) relativas a un esquema armónico dado a priori. De esta manera se pretende estudiar los ciclos de percepción-acción que ocurren en la improvisación y durante los cuales los improvisadores se adaptan e interactúan de diferentes formas con la base.

### Resumo

Este estudo aborda a improvisação musical no campo da cognição musical "corporificada" (Leman, 2008), entendendo a mesma, como uma experiência que se constrói a partir da interação corporal e ecológica do músico com o ambiente. Desde a perspectiva da "teoria ecológica da percepção" (Clarke, 2005), o músico, durante a improvisação, se adapta aos recursos estruturais a partir de um processo de "percepção-ação" simultâneo. Percepção e ação regulam desta maneira, a atividade interativa e adaptativa da improvisação possibilitando ao músico uma "consciência no ato", do resultado da performance. Através de um esquema harmônico pré-estabelecido por uma base MIDI, se propõe a um grupo de músicos improvisadores, testar sua adaptação a eventos musicais inesperados durante a performance. (Huron, 2006). Desta forma, se pretende estudar os ciclos de "percepção-ação" que ocorrem durante a improvisação, bem como, os músicos se adaptam e interagem de diferentes formas com a base MIDI.

### Abstract

In this paper we situate music improvisation in the wider framework of embodied music cognition (Leman, 2008). Improvisation arises from the performer's embodied and ecological interaction with the environment. Ecological theory of musical perception (Clarke, 2005) understands musical audition as a natural form of interaction with the environment. Is in this interaction where the awareness of musical meaning emerges. The experience of perception and action, creates a 'consciousness in act' throughout improvisation. This consciousness involves more or less conscious perception of the action and of the outcome of the action. Listening to his own performance at the same time that is being created in action is what describes part of the improviser's perception-action cycles. In an experimental study developed to test the perception-action cycle, a group of improvisers interact with a MIDI Base that was composed for this purpose. The experiment test the adaptation to unexpected events that break their expectatives (Huron, 2006) related to a given harmonic scheme. In this way we intend to study the perception-action cycles that occur in improvisation and during which improvisers adapt and interact in different ways with the base.

## Fundamentación

La importancia de los aspectos intersubjetivos e interactivos en la construcción de significado en la improvisación musical, han sido señalados desde las diversas líneas de estudio vinculadas con la investigación en música. Desde el marco de las ciencias cognitivas de segunda generación (Varela, 1988; Johnson 2007; Leman 2008) y en particular desde la cognición musical corporeizada se ha postulado cómo la experiencia musical, toma la forma de una interacción corporeizada y ecológica del ejecutante con su entorno. Desde el campo de la etnomusicología que estudia específicamente la improvisación se ha contemplado el carácter intersubjetivo del significado musical (Monson 1996; Berliner 1994) en sus diversos niveles de análisis vinculados a la materialidad del sonido y los aspectos sociales de la práctica musical.

En este trabajo se estudia la improvisación como una experiencia corporeizada que se construye a partir de la interacción ecológica del improvisador con el ambiente. Desde una perspectiva ecológica de la percepción (Clarke, 2005) el improvisador, en un proceso de percepción-acción simultáneo, se adapta a los rasgos estructurales y a los acontecimientos novedosos que tienen lugar en la performance. De esta manera acción y percepción se entienden en una relación recíproca como dos aspectos de un único proceso cognitivo que regula la actividad interactiva y adaptativa de la improvisación posibilitando al ejecutante una 'conciencia en acto' del resultado de la performance.

### ***El ciclo de percepción-acción en la improvisación***

Leman (2008) propone para explicar la percepción-acción un modelo dinámico al que denomina ciclo de acción-reacción. Esta idea de ciclo es conceptualizada aquí como ciclo de percepción-acción. Se entiende al mismo como el proceso adaptativo que resulta de las percepciones y las acciones de los diversos agentes que integran la improvisación como proceso interactivo. Se propone en este trabajo, la descripción de estos ciclos tres fases: (i) *acción* realizada en la ejecución de manera automática o reflexiva; (ii) *percepción* corporal y auditiva del resultado de la propia acción y/o la de otros ejecutantes; y (iii)

*reconfiguración* de la acción en curso a partir de lo que le ofrece el entorno sonoro y corporal. Cabe aclarar que las fases constituyen solo categorías de análisis teórico, por lo que podemos considerar que según la ventana temporal que utilizamos para el análisis las mismas no solo se suceden sino que además se yuxtaponen, siendo sus límites difusos. El improvisador no deja de percibir, mientras toca ni deja de tocar cuando reconfigura su acción; para acercarnos a la percepción-acción como un todo debemos abordarla a partir de un análisis dinámico que la estudie en el devenir de la temporalidad.

Para estudiar los ciclos de percepción-acción se ha propuesto un experimento en el que se le propone a un grupo de improvisadores interactuar con una base MIDI compuesta especialmente para testear el modo en el que se adaptan a ciertos eventos inesperados que rompen con sus expectativas en la acción (Huron, 2006). La base simula un ensamble de jazz (bajo eléctrico, piano, batería) que acompaña a un solista en un típico esquema armónico-formal de blues de jazz. Las rupturas introducidas constituyen una versión exagerada de las variaciones que en diferentes aspectos se dan en la práctica musical real de una jam sesión o performance en vivo. El experimento contempla el análisis de: (a) aspectos relativos a la temporalidad y el ritmo, (b) aspectos relativos a la altura vinculados con lo armónico y (c) aspectos relativos a los esquemas formales. En trabajos anteriores (Pérez y Martínez, 2012a y 2012b) se analizaron los datos correspondientes al punto (a), donde se describieron aspectos temporales en el marco de las teorías del entrainment (Clayton, 2004). En esta presentación se analizarán datos para la descripción de la adaptación de los sujetos a partir de rupturas en la base que estarían vinculadas con aspectos armónicos de la improvisación correspondientes a (b). Vale la aclaración que la base constituye un elemento fijo por lo cual la sincronización intersubjetiva es parcial. El tipo de interacción que se da en este estudio es unidireccional, es decir la base grabada solo simula interactuar con la aparición de cambios no esperados en la armonía.

Los aspectos relativos a la altura serán analizados en este estudio en términos de pertenencia a un espacio tonal básico determinado (Lerdahl, 2001). De esta manera la variación en la altura, no solo implica

cambios de alfabetos o escalas en el sentido tradicional: la idea de espacio tonal describe el modo en el que se percibiría temporalmente el reordenamiento del conjunto de relaciones jerárquicas en la altura tonal.

## Objetivos

El objetivo de este trabajo es caracterizar los ciclos de percepción-acción que tienen lugar en la performance improvisada en un blues de jazz, a partir de ciertas rupturas con las expectativas que son provocadas, a partir de la introducción de cambios en los parámetros de una base MIDI diseñada para tal propósito. Las respuestas de los improvisadores en lo que respecta a los cambios en los parámetros vinculados a la altura son analizadas para describir el modo en el que los mismos se adaptan durante la interacción con la base.

## Método

### Estímulos

Una base MIDI que simula un ensamble de jazz acompañando a un solista (bajo caminado, platillo ride y acompañamiento de piano) compuesta especialmente para este estudio. Se presenta inicialmente sobre un espacio tonal de Bb7 Mixolidio, que representa el primer acorde o armonía del blues. A partir de establecer esta constante en relación al espacio tonal, se generan rupturas abruptas que desplazan el espacio tonal hacia un EMaj7 (Lidio). Después de cada ruptura, el cambio se mantiene durante algunos compases, para luego regresar al espacio tonal original. Estas rupturas se repiten 4 veces en distintos momentos durante la base que dura en su totalidad 2 minutos. (1er cambio 0:40m - 0:48m; 2do cambio 1:24m - 1:34; 3er cambio 1:34 - 1:38; y 4to cambio 1:44 - 1:48) (c.21-25; c.44-46; c.49-51; c.54-56)

### Sujetos

9 improvisadores (saxofón, clarinete, trompeta y trombón) con más de 10 años de experiencia en la práctica de la improvisación vinculada al jazz.

### Aparatos

Computadora, micrófono, auriculares, cámaras de video.

## Procedimiento

Los improvisadores fueron grabados y filmados realizando una improvisación en sincronía con la base. Se les solicitó considerar a la misma como un intérprete o ejecutante real, no detenerse y usar un lenguaje moderno estándar de jazz. En relación a la estructura armónica se les mencionó que la misma estaba sobre Bb7. Las bases fueron reproducidas desde la PC por auriculares, la grabación se realizó en un programa multipistas (Nuendo 4.0) y fue registrada por cámaras de video. Posteriormente se realizó una breve entrevista semiestructurada donde se intentó registrar la propia experiencia en relación al cambio armónico.

Para el análisis de la altura las improvisaciones fueron escuchadas y visualizadas con la ayuda del software Melodyne 3.0, generando transcripciones automáticas de la ejecución de los improvisadores. Se utilizó además el programa Nuendo 4.0 para segmentar temporalmente las improvisaciones en relación a los diferentes espacios tonales utilizados por el improvisador. Los segmentos fueron analizados con dos procedimientos: (i) Un análisis estimativo del espacio tonal a partir de la visualización de la altura en Melodyne. (ii) Un análisis de la altura con la función mirkeysom de MIRtoolbox1.4.1 en Matlab 7.0.

## Resultados

Para el análisis de la altura se va a describir el modo en que los improvisadores: (i) realizan su acción (ii) perciben (iii) reconfiguran su acción, en términos de variaciones cualitativas en el uso del espacio tonal en la improvisación. Para lo cual se describen dos niveles de análisis para su caracterización: 1- Observación y descripción de esta interacción a partir del análisis de la altura en términos de cambios de configuración del espacio tonal durante la improvisación. 2- Reflexión sobre la propia conciencia del sujeto en la tarea (entrevista).

### Análisis de la altura

¿Qué indicios en las improvisaciones pueden dar cuenta de la interacción del improvisador con la base? ¿Qué aspectos observables en la altura darían cuenta de la reconfiguración de su acción? ¿Con qué parámetros mido esta interacción en la altura? Para responder estas preguntas se analiza la configuración tonal que

establecen los sujetos antes y después de los cambios. Tomando la idea de espacio tonal (Lerdahl, 2001) se analizó la superficie melódica asignando un uso determinado del espacio tonal en diversos momentos ocurridos antes y después de los cambios. Se establece de esta manera una *configuración previa al cambio* en vistas a contrastarla con la *configuración tonal posterior al cambio*. El análisis se realizó contrastando dos métodos (A) a partir de la escucha y observación de las transcripciones hechas con el software melodyne, (ver figura 1). (B) sobre un análisis de la altura en el software de Mirtoolbox.

### Descripción del espacio tonal a partir de la observación y la escucha

En primer lugar se determinó una serie de espacios tonales a considerar en las ejecuciones de los 9 sujetos. En algunos casos coincidentes con lo que podríamos considerar el espacio tonal de Bb7 (ver figura 2) y en otros casos no coincidentes que se aleja del espacio tonal de Bb Mixolidio (ver figura 3).

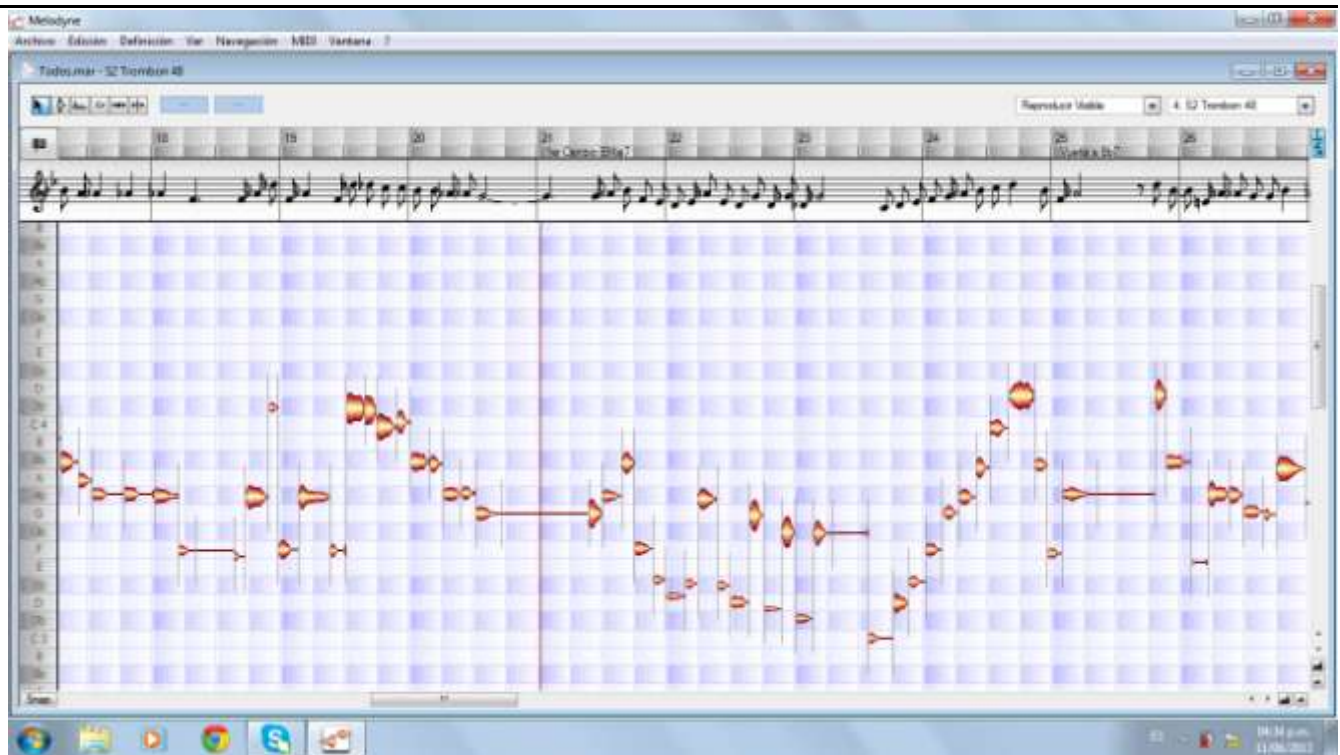
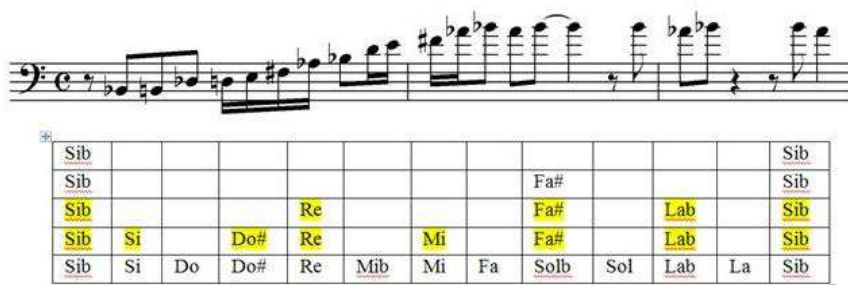


Figura 1: Captura de pantalla en Melodyne 3.0, software utilizado para la observación, escucha y análisis de la altura en la improvisación del Sujeto 2.





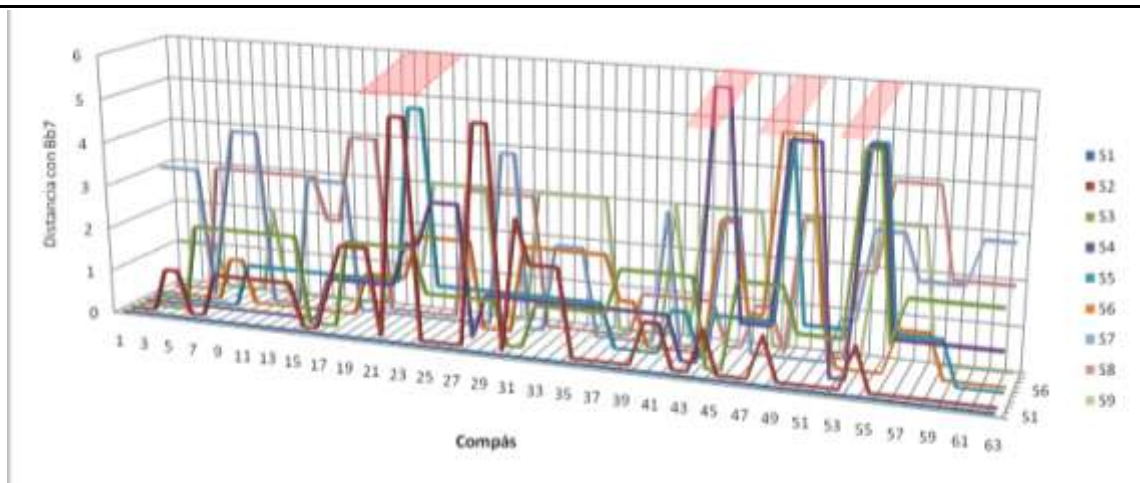
**Figura 3: Fragmento de la improvisación del sujeto 8, en la que improvisa sobre el espacio tonal de Bb Alterado. (Existe cierto alejamiento del diatonismo de Bb Mixolidio).**

Se relevó en las improvisaciones de los 9 sujetos, una totalidad de 16 espacios tonales diferentes. Los mismos fueron categorizados a partir de una escala ordinal (0-6) para establecer una distancia estimativa con respecto al espacio tonal Bb Mixolidio. Desde el 0 considerado coincidente hasta el 6 muy alejado (ver tabla 1).

Se midió según esta escala la distancia con respecto a Bb para cada uno de los 63 compases de las improvisaciones de los sujetos (compas 1 al 63) de este estudio. A continuación pueden observarse las diferencias de distancia con el espacio tonal de Bb en el que se mueve la base en las ejecuciones de cada uno de los sujetos en las figura 4.

Distancia con respecto a Bb mixolidio	Espacios tonales considerados
0 - (Coincidente)	Bb7 Diatónico (Mixolidio); Bb pentatónico mayor
1 -	Bb7 Cromático
2 -	Bbm Dórico; Bb Lidio Dominante; Bb Pentatónico menor; Bb mayor
3 -	Bbm Eólico; Bb menor armónica; Modos mixtos
4 -	Bb tono entero; B melódico ó Bb alterado ( Bb-B-Db-D-E-F#-Ab-Bb)
5 -	Espacios cromáticos no relacionado con Bb7; Abm pentatónico; Modo defectivo (aclarar que notas) (B-C#-D#-E-F#-)
6 -	B Mayor

**Tabla 1: Escala ordinal de distancia de los espacios tonales con respecto a Bb Mixolidio.**

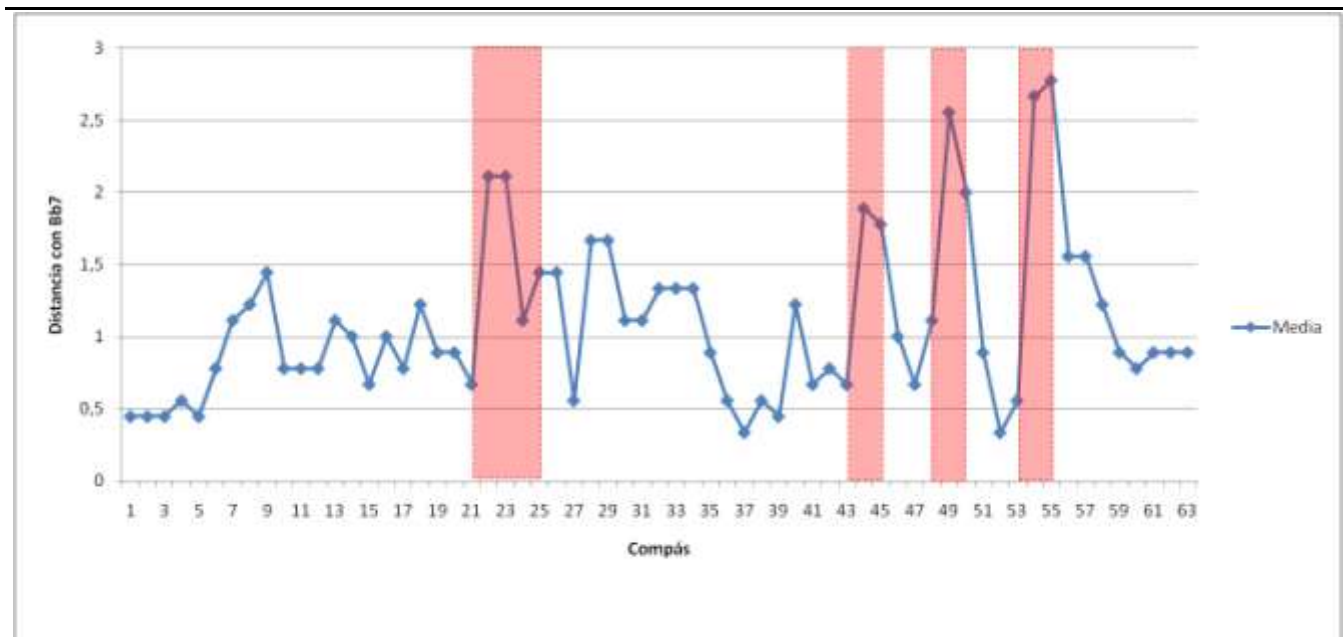


**Figura 4: Distancia estimativa con respecto al espacio tonal de Bb Mixolidio para los sujetos 1 al 9. Los espacios marcados con rosa señalan los momentos de cambio. El eje horizontal indica compases y eje vertical la distancia estimativa.**

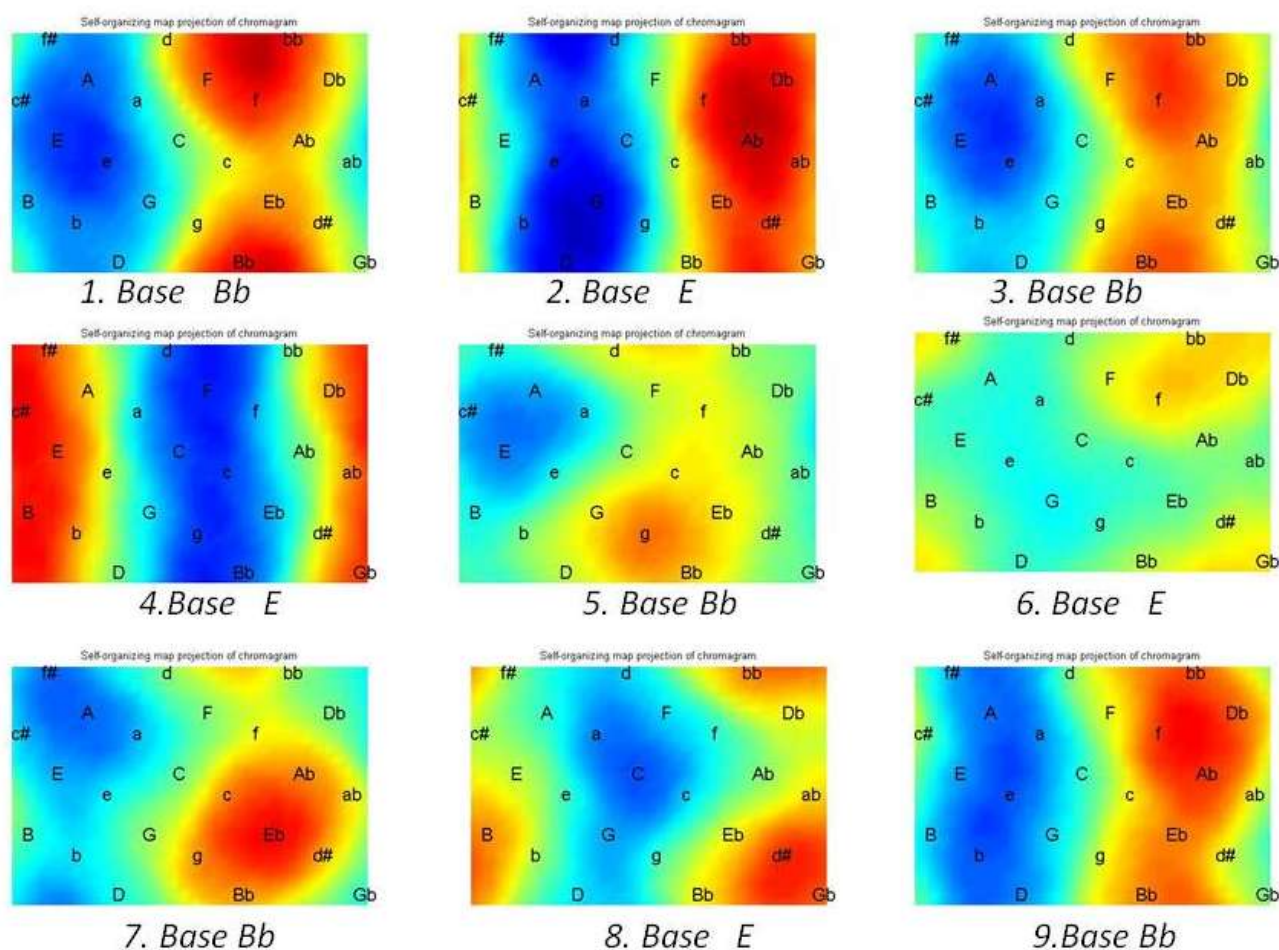
Puede observarse que la configuración del espacio tonal y los contrastes que cada uno de los sujetos realiza son diferentes. Los momentos donde se produce el cambio de configuración en el espacio tonal de la base (EMaj7), son 4: 1er cambio (c.21-24) 2do cambio (c.43-44), 3er cambio (c.48-49) y 4to cambio (c.53-54). Estos espacios están resaltados con rosa en el gráfico (ver figura 4). Puede observarse que algunos sujetos modifican el espacio tonal provocando un contraste y alejándose de Bb Mixolidio en cada uno de esos momentos, otros ya realizaban variaciones con anterioridad a los cambios, estos últimos nada tienen que ver con lo que sucede en la base. También puede observarse como un caso particular, el del sujeto 1 que no modifica en ningún momento el espacio tonal de Bb7. Para comprender cómo interactúan estos sujetos con la base debemos contrastar con otros métodos de análisis y revisar las declaraciones de los mismos en las entrevistas. En el siguiente gráfico (figura 5) puede observarse el comportamiento del grupo en general comparando las medias obtenidas en los momentos del cambio. Se observa claramente como el grupo de sujetos reconfigura su acción principalmente a partir de los cambios percibidos en la base.

### Análisis en Matlab (Mirtoolbox-mirkeysom)

La herramienta mirkeysom de MIRtoolbox1.4.1 en Matlab 7.0, desarrollada para el análisis de archivos de audio, está construida computacionalmente sobre el modelo de percepción de la tonalidad de Toivainen and Krumhansl (2003). Tiene como función principal representar en un mapa 2d en colores la cercanía o lejanía de la altura analizada con los diversos centros tonales posibles. También analiza el tipo de definición de estos centros. Acentuando con colores cálidos (rojos) o mostrando la atenuación con colores fríos (azules). Todos los datos de la evaluación del espacio tonal fueron contrastados con el análisis del mirkeysom, generando gráficos para cada una de las 9 situaciones de la base: 1 anterior al cambio (Bb); 2 primer cambio (E); 3 posterior al primer cambio (Bb); 4 segundo cambio (E); 5 posterior al segundo cambio (Bb); 6 tercer cambio (E); 7 posterior al tercer cambio (Bb); 8 cuarto cambio (E); 9 posterior al cuarto cambio (Bb). Los mapas del mirkeysom correspondientes al sujeto 4 se muestran en la figura a continuación.



**Figura 5: Media de las distancias con respecto al espacio tonal de Bb Mixolidio, para los sujetos 1 al 9. Las barras rosas indican los sectores donde se produce el cambio en la base. El eje horizontal indica compases y eje vertical la distancia estimativa.**



**Figura 6: Gráfico 2d del mirkeysom en Mirtoolbox para el S4. Representa la cercanía o lejanía de la altura analizada en relación a los diversos centros tonales posibles. Los colores cálidos (rojos) representan acentuación, colores fríos (azules) la atenuación.**

Puede observarse principalmente dos situaciones en este análisis de la altura. Por un lado para las situaciones 1, 3, 7 y 9 (sin cambio Bb) la cercanía a Bb, Ab o Eb y un predominio de los rojos marcando mayor definición en los centros tonales. Para los momentos de cambio (E) se observa: en 2 un corrimiento hacia la derecha de los rojos, en 4 un mayor corrimiento hacia tonalidades cercanas a E, en 6 una mayor indefinición del centro, en 8 un corrimiento hacia Gb. Este análisis es casi idéntico al realizado a partir de la observación del espacio tonal en las transcripciones.

### **Análisis de las declaraciones de los improvisadores**

Para profundizar en el análisis de la percepción-acción de los improvisadores con respecto a la base, se comparan los datos

obtenidos de sus ejecuciones, con las declaraciones hechas por los mismos en una entrevista semiestructurada (ver tabla 2). De los 9 sujetos, 6 declaran haber identificado con distintos niveles de precisión un cambio no esperado con respecto a la armonía. 2 de los sujetos declaran no haber identificado el cambio y 1 de los sujetos deja sin contestar las preguntas relativas a este punto. En cuanto a la segunda pregunta sobre la descripción de lo que hicieron frente a este cambio, en todos los casos de sujetos que hubieran identificado un cambio, la respuesta fue similar. Los improvisadores dieron cuenta en sus explicaciones del modo en el que trataban de interactuar y reflexionar en la acción con y a partir del cambio en la base. Entre las declaraciones se habló de: "Probar notas..." (S2) "Amoldarme" (S4) "Parar, escuchar y tocar" (S6) "Acomodarme a lo que se estaba escuchando..." (S8).

Sujeto	Entrevista		Análisis del investigador: Conciencia del cambio en términos tradicionales (S/N)
	1. ¿Qué evento de la base fue un factor sorpresa o inesperado en la improvisación?	2. Describa y evalúe brevemente su acción posterior	
1	No logré identificar un cambio determinante.	SD	N
2	El cambio de acorde y el bajo, movimientos inesperados, no podía encontrar un patrón.	Probar notas a través de cromatismos hasta dar con las que me agradaban.	S
3	SD	SD	N
4	La armonía.	Amoldarme a la armonía	S
5	Cambios Armónicos.	Cambios en el fraseo	S
6	Acorde Lidio.	Parar, escuchar y tocar. Parar de tocar escuchar qué está pasando y tratar de entender lo que pasa en el momento	S
7	Ninguno.	SD.	N
8	El bajo cambiaba, no era solamente Bb7 que sugerían otra cosa, me pareció escuchar un V que tenía que resolver estaba raro.	En principio intenté acomodarme a lo que se estaba escuchando, cambiando mi manera de tocar. Pero después, pensé que era mejor incorporar esa nueva base al solo que yo estaba haciendo. A lo que venía tocando. Lo que yo estuviese tocando pudiese sonar arriba de esa base nueva ya sea estirando la frase o las figuras.	S
9	La armonía	Traté de seguir los cambios de la base y por momentos había desfasaje entre el cambio y lo que estaba tocando... no encontré una lógica regular en los cambios como para poder decidir o poder seguirlo en tiempo. Trataba de introducir las alteraciones o seguir los cambios armónicos que sugería la base	S

**Tabla 2: Entrevista breve realizada después de realizada la prueba. Análisis del investigador sobre la conciencia que tiene el sujeto sobre la interacción con la base, en relación a los eventos no esperados.**

**Observación sobre aquellos sujetos que no identificaron el cambio en la base**

Entre los sujetos que declararon no identificar el cambio en la base puede observarse el caso del S1 que nunca modifica su espacio tonal y mantiene su ejecución sobre Bb Mixolidio inclusive cuando se producen los cambios. En

el análisis de los sujetos 3 y 7, estos declararon no identificar el cambio, sin embargo puede observarse en algunos casos, un importante contraste en la configuración tonal después del cambio en lo referente al espacio tonal. Puede observarse en la figura 7 las importantes variaciones en las mediciones de distancia en los cambios 2 y 4 para los sujetos 3 y 7.



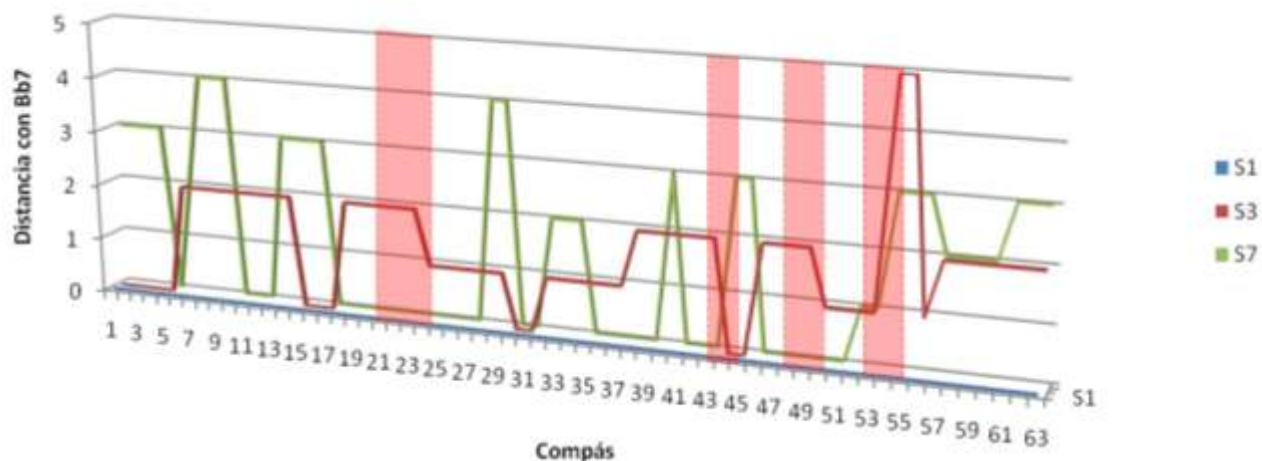


Figura 7: Distancia estimativa con respecto al espacio tonal de Bb Mixolidio para los sujetos que declaran no ser conscientes del cambio. Los espacios marcados con rosa señalan los momentos de cambio. El eje horizontal indica compases y eje vertical la distancia estimativa.

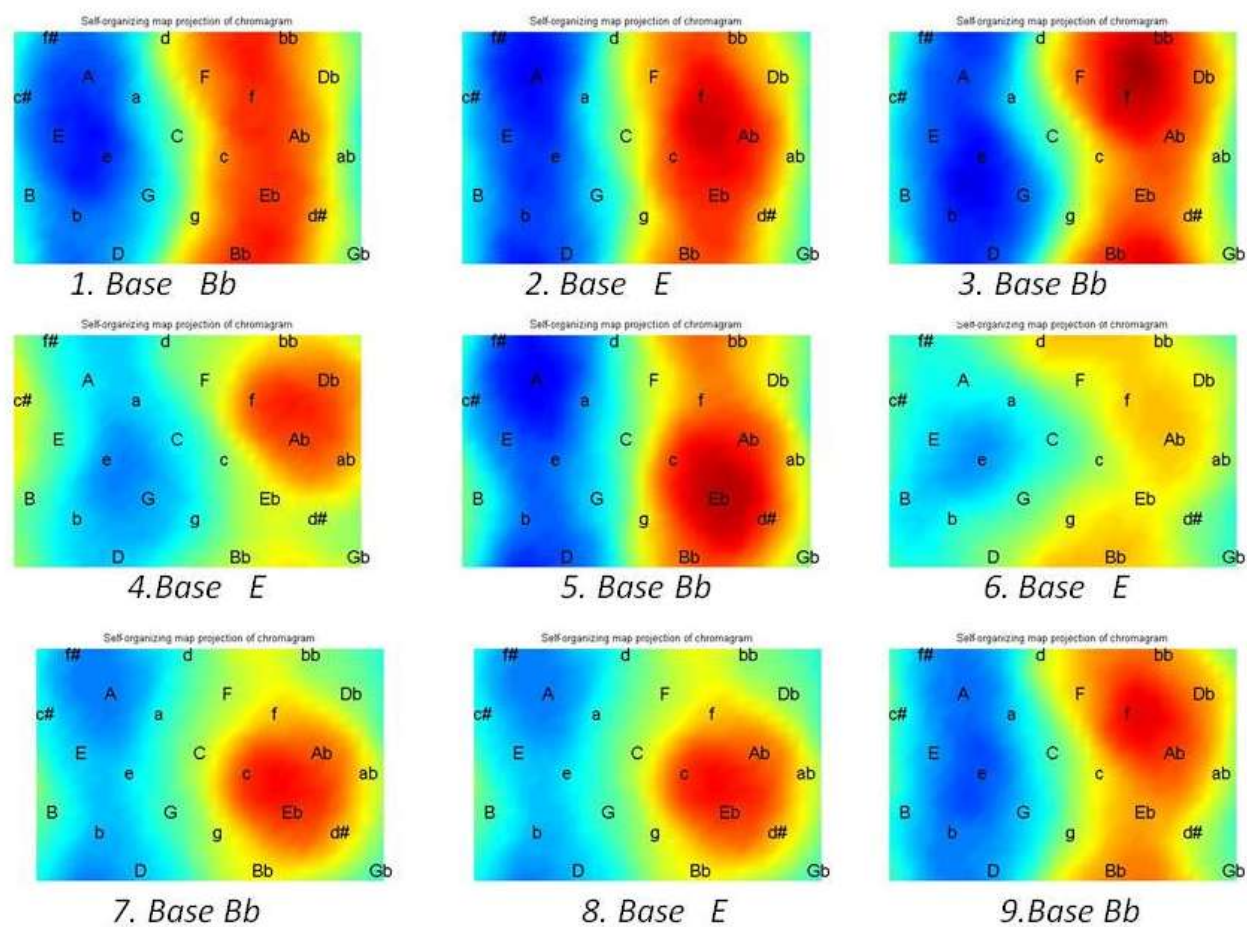


Figura 8: Gráfico 2d del mirkeysom en Mirtoolbox para el S1. Representa la cercanía o lejanía de la altura analizada en relación a los diversos centros tonales posibles. Los colores cálidos (rojos) representan acentuación, colores fríos (azules) la atenuación. Figura 8. Gráfico 2d del mirkeysom en Mirtoolbox para el S1. Representa la cercanía o lejanía de la altura analizada en relación a los diversos centros tonales posibles. Los colores cálidos (rojos) representan acentuación, colores fríos (azules) la atenuación.

El caso del sujeto 1, es especial por mantener constante el espacio tonal a pesar de los cambios en la base. Pareciera no reaccionar al cambio, sin embargo, el análisis de mirkeyesom arroja resultados positivos. Donde el análisis del espacio tonal a partir de la observación no muestra cambios, el análisis del mirkeyesom grafica corrimientos o desvíos del centro tonal. Se presenta en la siguiente figura de gráficos del mirkeyesom para el caso del sujeto 1 que parecía no reaccionar al cambio.

En primer lugar puede observarse variación en la coloración de los diferentes momentos, donde hay siempre mayor coincidencia entre los cuadros 1, 3 y 9. En segundo lugar hay una atenuación en los colores del cuadro 6, donde se produce un cambio importante en la base, por lo que podría especularse sobre la influencia del cambio armónico en la base sobre la improvisación del sujeto 1.

## Conclusiones

En el análisis de las ejecuciones de los improvisadores puede observarse el modo en el que reconfiguran su acción a partir de la aparición de cambios no previstos en la base, relativos a los aspectos armónicos. El modo en el que los improvisadores cambian la configuración de la altura se constituye en el elemento central para dar cuenta de esta reconfiguración. El hecho que se produzca un cambio en la base, no implica que el improvisador lo perciba con un nivel de conciencia gramatical, y el hecho de que lo perciba tampoco implica que el tipo de reacción deba ser de adaptarse intentando alinearse con el cambio. Se observaron casos donde aunque no se había percibido un cambio el improvisador reconfiguró su acción tal como si lo hubiera percibido; y otros en casos, donde aunque se declaró percibir los cambios el improvisador no reconfiguró su acción. Se proponen para futuros trabajos diversos aspectos susceptibles de ser descritos tales como el foco de atención del improvisador y el nivel de conciencia corporeizada sobre el cambio. Aunque se ha vinculado generalmente a la conciencia en relación al control cognitivo (Pinz, 2005 citado en Zbikowski, 2011), el problema de la 'conciencia en acto' podría vincularse no solo con aspectos gramaticales vinculados por ejemplo a la armonía sino también con experiencia corporeizada no necesariamente explicable en términos

gramaticales o mentales. Por otro lado el tipo de reflexión, foco y decisiones en el devenir de la interacción del improvisador con la base podría dar como resultado diferentes situaciones en el ciclo de percepción-acción susceptibles de ser observadas en el análisis. De este modo podría hipotetizarse que en algunos casos el ajuste se daría de manera automática dando menos posibilidades al improvisador de hacer evaluaciones y tomar decisiones concientes sobre lo percibido; mientras que en otros el improvisador evaluaría lo percibido y realizaría cambios más o menos instantáneos sobre su ejecución. Sobre esta reflexión podría afirmarse la coexistencia de evaluaciones diferentes con modos particulares de 'conciencia en acto' en la improvisación en curso, según dónde esté el foco en el devenir de la percepción-acción del sujeto.

## Referencias

- Berliner, Paul. (1994) *Thinking in Jazz. The Infinite Art of Improvisation*. Chicago: University of Chicago Press.
- Clarke, E. (2005). *Ways of Listening: An Ecological Approach to the Perception of Musical Meaning*. Oxford: Oxford University Press.
- Clayton, A. M. H. (1986). *Coordination between Players in Musical Performance*. Tesis Doctoral (sin publicación) Edinburgh University, UK.
- Huron, D. (2006) *Sweet Anticipation: Music and the Psychology of Expectation*. Cambridge, Massachusetts: MIT Press.
- Johnson, M. (2007). *The Meaning of the Body. Aesthetics of human understanding*. Chicago: The University of Chicago Press.
- Leman, M. (2008). *Embodied Music Cognition and mediation technology*. Massachusetts: The MIT Press.
- Lerdahl, F. (2001) *Tonal pitch space*. Nova York: Oxford University Press.
- Monson, I. (1996). *Saying Something: Jazz Improvisation and Interaction*. Chicago: The university of Chicago Press.
- Pérez, J. B. y Martínez, I. C. (2012a). La improvisación como conciencia en acto. *Actas de VI JIDAP*. Facultad de Bellas Artes. UNLP.
- Pérez, J. B. y Martínez, I. C. (2012b). Music improvisation as an embodied activity. The Performer-Environment Interaction. Trabajo presentado en *Perspectives on Music Improvisation*. Oxford (UK).
- Toiviainen, P., Krumhansl, C. (2003). Measuring and Modeling Real-Time Responses to Music: The Dynamics of Tonality Induction. *Perception*. Vol. 6. 741-66.

- Toiviainen, P. (2007) Visualization of Tonal Content in the Symbolic and Audio Domains. Tonal Theory for the Digital Age. *Computing in Musicology*. Vol. 15.187–199.
- Varela, F.; Thompson, E. y Rosch, E. (1991). *The embodied mind: cognitive science and human Experience*. London: MIT Press.
- Zbikowsky (2011) Music, Language, and Kinds of Consciousness. En E. Clarke y D. Clarke (eds.) *Music and Consciousness: Philosophical, Psychological, and Cultural Perspectives*. Oxford University Press, pp 179–192.