

Modulación y Textura en el discurso musical. Una aproximación a la relación entre Percepción y Representación Gráfica del Espectro Sonoro.

Por: Daniel Schachter¹

Tal como se indica en el artículo *“Acerca de la idea de Modulación y la relación Textura-Espectro en la Composición de Música Electroacústica”* desarrollado durante el primer año del presente proyecto de investigación, la percepción tiene un rol destacado en la música electroacústica donde la evolución temporal de la textura se revela ante nuestros oídos como un eje principal del discurso. Así, cuanto mas claramente percibamos las distintas capas que componen dicha textura, tanto mas claramente percibiremos las alteraciones de las mismas como un hecho significativo que a nivel perceptivo indicará puntos de inflexión o al menos modificaciones reconocibles de esa textura a los que podremos asignar un rol análogo al de la modulación tonal en la música tradicional.

Por otra parte, en la música tonal tradicional, encontramos habitualmente alteraciones de la textura que no se corresponden necesariamente con modulaciones tonales, por obra de la orquestación que permite por ejemplo que en una pieza sinfónica un mismo sujeto, inciso o tema sea -por ejemplo- ejecutado por las cuerdas acompañado por maderas y metales, y a continuación por los metales, esta vez acompañados por las cuerdas, lo que plantea una modificación claramente perceptible de la textura sin por ello implicar una modulación tonal, mientras que en otros casos la alteración en la percepción del oyente es producida por la modulación tonal sin necesidad de recurrir a la alteración de la textura. Vale la pena aclarar que no necesariamente un cambio en la textura debe ser percibido como un punto de inflexión o alteración repentina. La técnica de la orquestación pone esto en manos del compositor y es éste el que decide cuando y donde un cambio textural será percibido como relevante por el oyente. Así en muchas obras

¹ Compositor, Artista Sonoro, Profesor e Investigador, Director del CEPASA (Centro de Estudios en Producción Sonora y Audiovisual) del Departamento de Humanidades y Artes, Universidad Nacional de Lanús, Buenos Aires, Argentina. Co-Director del Festival Internacional Acusmático y Multimedial “Sonoimágenes”. daniel@schachter.com.ar <http://www.schachter.com.ar>

sinfónicas del período post-romántico los compositores suelen jugar con este elemento, variando la textura a veces muy sutilmente para no transmitir la sensación de cambio repentino.

Percepción auditiva y representación gráfica del hecho sonoro

El presente proyecto de investigación hace referencia a percepción de la forma en la música electroacústica vista desde el punto de vista de la percepción de la textura, particularmente de las alteraciones texturales que podrían asumir un rol determinante en ese aspecto. Analizado desde ese punto de vista, podría resultar de gran utilidad llevar a cabo un análisis comparativo a nivel espectral entre obras musicales instrumentales tradicionales y composiciones electroacústicas, para apreciar de que manera los cambios perceptivos claramente reconocibles se ven reflejados en el análisis del espectro sonoro.

Por otra parte, en este segundo año del proyecto debemos ir mas allá de la mera aproximación auditiva al fenómeno. Esto no significa el análisis de los diferentes procedimientos compositivos, pero sí el estudio de la representación gráfica de los eventos sonoros, a los efectos de comparar dicha representación con nuestra audición ocupando un lugar intermedio entre el oyente y el creador. Por lo tanto, lo primero a definir debería ser la herramienta de análisis espectral a utilizar en dicho análisis.

Herramientas gráficas de representación espectral, FFT y DWT

En este campo contamos con diversas aplicaciones de software que permiten una adecuada representación gráfica del espectro sonoro, generalmente basadas en el cálculo de la Transformada Rápida de Fourier o FFT que es una versión matemáticamente abreviada de la Transformada Digital de Fourier o DFT que hace posible la representación de una forma de onda compleja como una combinación de las frecuencias puras que la componen. La FFT es una muy buena aproximación a la DFT y resulta muy eficiente para representar ondas periódicas. Precisamente esta característica principal y distintiva del análisis por FFT permite una representación muy adecuada de los sonidos tenidos y en contraposición una menor definición en la representación gráfica

de los parciales transitorios de los ataques como consecuencia del llamado Principio de Indeterminación acústico según el cual cuanto mas breve es una muestra de una toma de sonido, tanto mayor será su ancho de banda. Esto hace que los transitorios del ataque se perciban como ruidos. Al respecto escribe Gustavo Basso:

“Si se toma una banda de frecuencias y se la remite al campo temporal a través de la transformación definida por la integral de Fourier, se obtiene con facilidad el principio de indeterminación... enunciado en 1927 por el físico Werner Heisenberg y constituye uno de los pilares de la mecánica cuántica...”. Afirma Basso que "... el principio de indeterminación se ha manifestado como parte esencial de cualquier fenómeno acústico y acompaña inevitablemente los momentos de transición de una onda ... si se desea un gran detalle en el análisis temporal el intervalo entre muestras deberá ser breve forzándose la aparición de un gran ancho de banda para cada componente de la señal. Se pierde así, a causa del principio de indeterminación, definición en la frecuencia.... el principio de indeterminación exige una duración mínima a partir de la cual comienza a percibirse una altura tonal determinada." (Basso, 2001).

Ahora bien, en el análisis espectral de toda toma de sonido pero principalmente en el registro de tomas de música, resulta muy útil identificar los ataques (sean éstos instrumentales, o electroacústicos) como así también donde finaliza cada sonido. Sabemos que en los ataques y extinciones de las tomas de sonido aparecen los parciales transitorios que responden al citado Principio de Indeterminación acústico y constituyen la componente de ruido de cada toma. Por lo tanto, cuanto mejor sea la representación gráfica de los ataques, tanto mejor será el resultado del análisis de los mismos.

Para de alguna forma compensar la debilidad del análisis de FFT, podemos recurrir a la Transformada de Ondícula (llamada también Transformada de Wavelet) cuya sigla es DWT² y que es un tipo especial de Transformada de

² Digital Wavelet Transform

Fourier cuya representación de señal se realiza en términos de versiones trasladadas y dilatadas de una onda finita a la que se denomina como Onda Madre o Óndula Madre.

Al referirse a la Transformada de Ondícula escribe Basso (2001) que a mediados de los años 80 el geofísico francés Jean Morlet propuso una serie de funciones de transformación a las que denominó ondelettes³, que resultan especialmente adecuadas para analizar los parciales transitorios del espectro. El trabajo de Morlet fue continuado por varios matemáticos (entre ellos Stephane Mallat e Yves Meyer) obteniendo un método de análisis eficiente y confiable que también resulta eficaz para llevar a cabo la síntesis de sonido.

Con respecto a esta particular metodología de análisis escribe Acevedo Martínez:

“La Transformada Wavelet es producto de una síntesis de ideas que han surgido a través de los años en varios campos del saber, como las matemáticas y el procesamiento de señales. A grueso modo, la Transformada Wavelet es una herramienta que divide datos, funciones u operadores en diferentes componentes de frecuencia y luego estudia cada componente en resoluciones que se ajustan a su escala” (Acevedo Martínez, 2009).

Con respecto a la especial cualidad de representación de la Transformada Wavelet afirma Acevedo Martínez:

“...ciertas señales, cuya amplitud varía en forma rápida y abrupta en el tiempo o señales cuyo contenido de frecuencia es variable de un instante de tiempo a otro (señales no estacionarias) no pueden ser analizadas a fondo mediante la transformada de Fourier, debido a ciertas limitaciones de este análisis en el campo tiempo-frecuencia. La Transformada de Fourier detecta la presencia de una determinada frecuencia pero no brinda información acerca de la evolución en el tiempo de las características espectrales de la señal. Muchos aspectos

³ traducido al inglés como wavelets y al castellano como ondículas.

temporales de la señal, tales como el comienzo y el fin de una señal finita y el instante de aparición de una singularidad en una señal transitoria, no pueden ser analizados adecuadamente por el análisis de Fourier. Es en estos términos de análisis donde entra en juego una nueva herramienta matemática llamada Transformada Wavelet.” (Acevedo Martínez, 2009)

Las Transformadas de Wavelets son en sí mismas formas de representación de la relación tiempo - frecuencia y se relacionan por lo tanto con el análisis armónico, siendo un caso particular de representación de la respuesta finita al impulso. En el campo de la representación gráfica de las ondas sonoras, las Ondículas son particularmente interesantes dada su capacidad para la representación de los parciales transitorios presentes en los ataques y por tanto en todo cambio repentino de la forma de onda. Por lo tanto a la hora de analizar la representación gráfica de la evolución espectral del discurso sonoro, podrían ser de gran utilidad.

Algunos ejemplos de Análisis Espectral por FFT y DWT

Tomando en cuenta lo expuesto mas arriba, he considerado pertinente la utilización del software *Acousmographe*⁴ para llevar a cabo los análisis espectrales estudiados para el presente artículo. Esta herramienta de análisis ha sido desarrollada por el GRM de París⁵, y es a mi juicio la más adecuada porque permite trabajar tanto con la Transformada de Fourier como con la Transformada de Wavelets. El Acousmographe permite tal como sucede con otras herramientas similares la utilización de diversas gráficas definidas por el usuario para representar eventos sonoros que ocurren durante el transcurso de una obra musical, pero dado que el objetivo de este trabajo es precisamente

⁴ Los análisis expuestos fueron realizados con la versión 3.7.1 del Acousmographe (2013) desarrollado por Adrien Lefèvre y Emmanuel Favreau bajo la coordinación de Yann Geslin y un importante grupo de contribuyentes al proyecto. Este software es libre y gratuito, compatible con las plataformas Windows y Macintosh y se puede descargar desde <http://www.inagrm.com/accueil/outils/acousmographe>

⁵ GRM: Groupe de Recherches Musicales (Grupo de Investigaciones Musicales). Creado por Pierre Schaeffer en 1958 como continuación del originalmente denominado Groupe de Recherches de Musique Concrète (Grupo de Investigación de Música Concreta) creado en 1951 por Schaeffer junto con Pierre Henry y Jacques Poullin,. De hecho Schaeffer ya venía trabajando en el tema desde fines de la década anterior y había presentado sus célebres Cinco Estudios sobre Ruidos en 1948.

apreciar en que medida la precepción auditiva se ve o no reflejada en el espectro representado gráficamente, solo utilizaré el análisis puro de FFT mas DWT que ofrece el programa. Personalmente considero que la incorporación de gráficas ajenas al análisis mismo aportarían poco a la hora de constatar cuanto de lo escuchado es efectivamente traducido a imágenes en el análisis.

De acuerdo a lo que surge de la utilización del programa, las capas o layers de análisis por FFT (Fourier) y por DWT (Wavelets) son excluyentes, es decir que no pueden verse superpuestos. Por esa razón, para cada ejemplo he incluido dos gráficos, uno con cada tipo de análisis.

En ambos casos los gráficos abarcan las frecuencias desde 1Hz hasta aproximadamente 5 KHz para incluir todas las notas tocadas por los instrumentos, incluidos los primeros armónicos superiores. Esto permite un mejor estudio de los gráficos.

Acousmographe denomina Spectrogram al análisis por FFT. Aquí se usó el preset de colores Rainbow que forma parte del menú estandarizado de colores que utilizan todos los analizadores espectrales por software. Rainbow emplea una paleta muy amplia para diferenciar frecuencias y amplitudes y por lo tanto es muy claro para analizar. Para llevar a cabo el análisis por FFT se tomó la ventana de Hamming, con un tamaño de ventana de 8192 muestras y un overlapping o superposición de 1024 muestras. La porción de superposición eficiente para el análisis depende de cada herramienta de software y en este caso, estos valores permiten obtener gráficos de muy buena calidad y excelente nivel de detalle. Para el análisis de Wavelets se optó por la mayor resolución disponible para la representación gráfica. El programa Acousmographe no ofrece demasiados parámetros en este caso, por lo que se optó por utilizar la resolución mas alta. En los ejemplos que siguen a continuación he querido no solamente llevar a cabo el análisis de obras electroacústicas, dado que el tema de fondo en sí mismo hace a mi juicio necesario llevar a cabo una comparación entre la Modulación Textural en la música electroacústica o acusmática y la Modulación Tonal en la música instrumental tradicional. En todos los casos se expone primero el análisis de FFT, indicado como dije anteriormente por Acousmographe como Spectrogram y a continuación el análisis de DWT indicado por el mismo software como

Wavelets.

Comenzaremos por un par de ejemplos de música electroacústica. El primero corresponde a la obra acusmática "Para Bla" compuesta por el compositor argentino Enrique Belloc, grabada en el estudio del autor. La Fig.1 muestra el análisis de FFT del fragmento analizado.

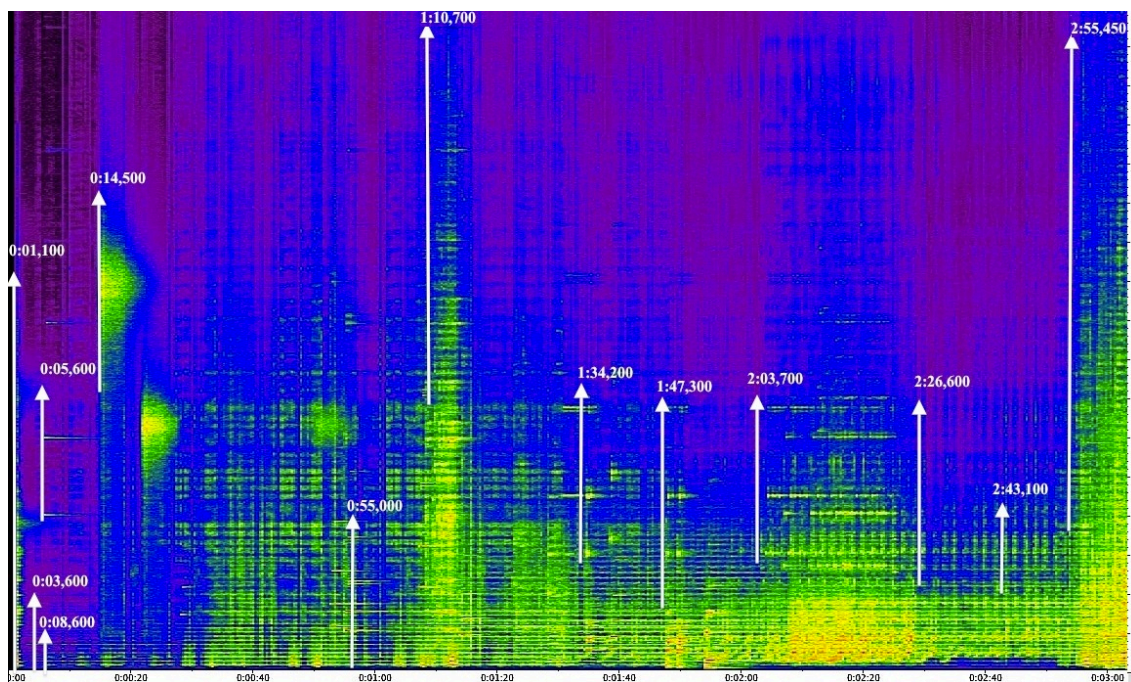


Fig.1 E. Belloc "Para Bla" análisis de FFT

El fragmento seleccionado presenta una textura compleja donde dialogan varias capas sonoras. Aparecen dos elementos en forma simultánea en el que inaugura este fragmento (en 0:1,100) un elemento (A) de tipo impulsivo y otro elemento (B) complejo y sostenido. Poco después (en 0:3,600) ya se aprecia una nueva capa textural (C) en el registro grave.

Algo después aparecen dos objetos sonoros que asumirán mas adelante un rol protagónico en el discurso: primero (en 0:5,600) percibimos otra capa con un nuevo sonido (D) esta vez de tipo tónico y entonación muy precisa en el registro agudo. Luego (en 0:8,600) se escucha un objeto sonoro (E) que en mantiene cierta similitud con A, se trata de un sonido que evoca a un membranófono con cierto contenido acuático que se hace mas evidente a mayor intensidad sonora.

Mas adelante (en 0:14,500) apreciamos un nuevo objeto (F) complejo y sostenido en el registro agudo que contrasta con D y se repite mas adelante filtrado a modo de variación. Así queda planteado el escenario textural con estos seis elementos que dialogan en animado contrapunto y alternan roles de figura o fondo durante la siguiente sección de desarrollo.

Podemos apreciar (en 0:55,000) como dentro de ese juego textural C asume brevemente mayor protagonismo, pasando luego a primer plano (en 1:10,700) una variación de F. En (1:34,200) pasa al primer plano una variación de D y mas tarde se percibe en (1:47,300) como se suma a D una variación de E.

Un poco después (a partir de 2:03,700) se aprecia como diferentes variaciones de D y E emergen para disputar la supremacía textural en un notable pasaje de carácter entre melódico y rítmico hasta que D (en 2:26,600) abandona esa disputa quedando E como dueño de la escena en las que apreciamos mas atrás variaciones de los sonidos B y F. Un sonido de tipo impulsivo derivado de A aparece algo después (en 2:43,100) y a partir de 2:55,450 el objeto sonoro E parece afirmar su supremacía en la parte final del fragmento analizado.

Podemos comparar la representación gráfica de FFT con la de DWT viendo como aparecen las mismas marcas en el análisis de Wavelets en la Fig.2

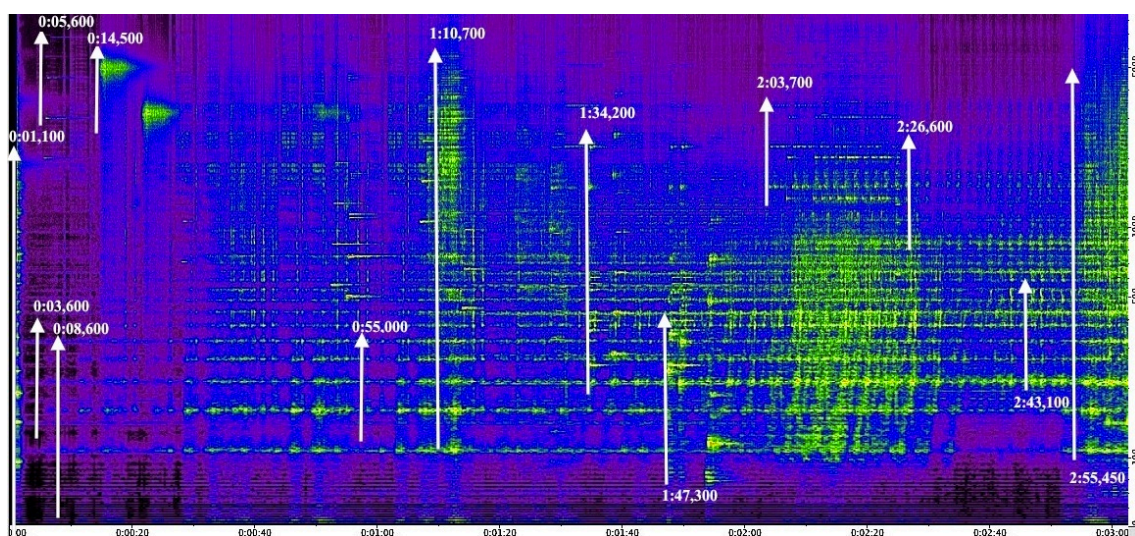


Fig.2 E. Belloc "Para Bla" análisis de DWT

Apreciamos como en ambos análisis se reflejan las alteraciones de la textura y no es posible afirmar que uno de ambos análisis sea mas eficiente que el otro.

El segundo ejemplo de música electroacústica corresponde a la obra "Mimameta" del compositor francés François Bayle editada en un CD del sello Magison (Francia) No.275972. Esta pieza expone ante el oyente una importante elaboración textural y por tanto resulta muy útil para analizar en que medida las alteraciones o modulaciones texturales se ven reflejadas en el espectro del sonido. En el fragmento seleccionado se aprecia una primera sección que comienza en 0:01 donde el autor presenta diversas capas texturales que parecieran disputarse un rol protagónico. En 0:15,900 se escucha como un sonido de tipo complejo e iterado, muy rugoso, asume el liderazgo para inmediatamente dar lugar a un sonido tónico similar a un instrumento de viento que pasa inmediatamente a liderar la textura y en 0:19,300 un nuevo sonido iterado aparece y lo desplaza. Luego en 0:34 este sonido abandona el protagonismo dejando en primer plano a lo que se percibe como la permanencia del sonido tónico anterior.

Continúa un contrapunto del que participan diversas capas sonoras, en 0:43 se percibe claramente una nueva capa que pronto deja de estar en primer plano. En 1:06,800 aparece un nuevo protagonista, un impulso grave que recuerda a un pizzicato de cuerda. Mas adelante en 1:43 los sonidos graves asumen un mayor protagonismo, el que se diluye hacia 2:04. Un poco después, en 2:12,600 retoman el primer plano los sonidos tónicos ahora ya claramente imitando cantos de aves, hasta que en 2:53,600 se produce una clara alteración textural que anticipa la aparición de un nuevo protagonista de carácter impulsivo en 2:57.

A partir de 3:12,300 se percibe como los objetos de carácter mas tónico van tomando cada vez mas importancia hasta que en 3:29,500 pasan nuevamente a liderar la textura y preparan la textura para la aparición en 3:31 de sonidos evocativos de campanas. Continúa el contrapunto entre los diferentes protagonistas sonoros y mas adelante en 3:40 se aprecia como los objetos evocativos de cuerdas pulsadas retoman un rol mas destacado y pasan a

liderar la textura en 3:55,800. Luego en 4:19,400 reaparecen los sonidos evocativos de aves. La Fig.3 muestra el análisis de FFT de este fragmento.

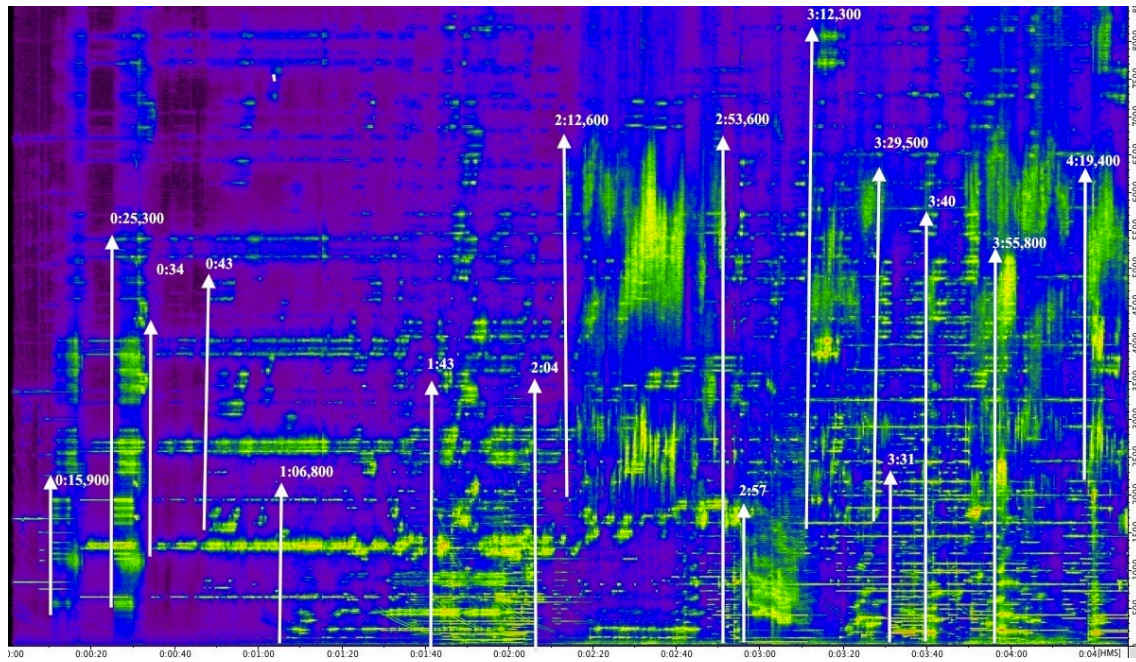


Fig.3 F. Bayle "Mimameta" análisis de FFT

Finalmente podemos hacer una comparación entre la representación gráfica de FFT con la de DWT que aparece a continuación en la Fig.4. Apreciaremos como todas esas alteraciones o modulaciones texturales aparecen claramente tanto en el espectro de FFT como en el de DWT.

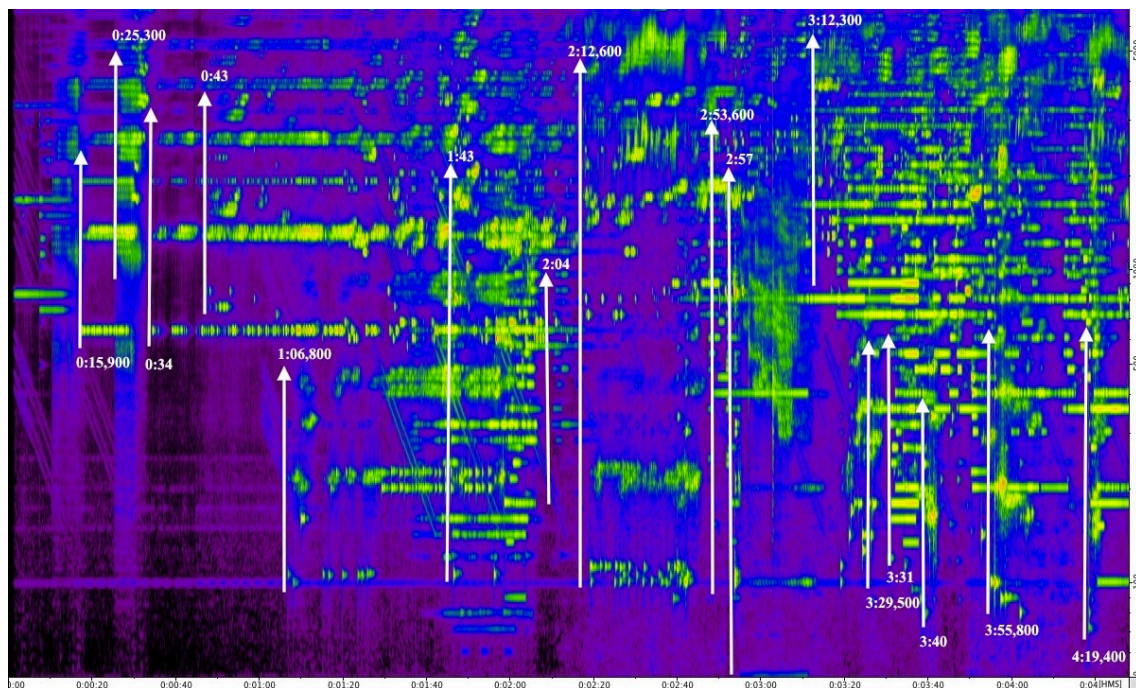


Fig.4 F. Bayle "Mimameta" análisis de DWT

Para llevar a cabo la comparación con la Modulación Tonal en la música instrumental tradicional aportaré tres ejemplos que abarcan tanto el aspecto tonal como el espectral en las músicas instrumentales.

En primer término llevaremos a cabo el análisis de un fragmento musical tonal en el que podamos claramente apreciar alteraciones texturales manteniendo la tonalidad en todo momento. Eso sucede en el siguiente fragmento que corresponde al Cuarto Movimiento de la Sinfonía N° 2 en Re Mayor Op.73 del compositor alemán Johannes Brahms. El ejemplo fue extraído de un registro de la Orquesta Sinfónica de Viena dirigida por Wolfgang Sawallisch, editada en un CD del sello Phillips, catálogo N° 438757-2. Se trata de seis momentos diferentes, correspondientes al cuarto movimiento, donde se aprecian alteraciones texturales que no implican modulación tonal. El análisis fue realizado con la partitura editada por Boosey & Hawkes (Londres) HPS No 141.

Comenzamos en el compás 353 que corresponde a la indicación de tiempo 0:02.5 del fragmento analizado donde escuchamos a los trombones, fagotes y tuba tocando el mismo tema que luego en el compás 359 (indicación de tiempo 0:10) pasa a estar liderado por las maderas y mas adelante en 363 (en 0:15) es tocado por la orquesta en pleno. Lo mismo sucede luego en el compás 375 (en 0:30,300) donde el tema lo tocan cuerdas cornos y fagot, mas adelante en el compás 379 (en 0:35,500) las flautas y los oboes aparecen por sobre las cuerdas tomando rol protagónico y por último en el compás 382 (en 0:39,500) nuevamente las cuerdas pasan por sobre las maderas liderando la textura. Así se dan varios cambios texturales sucesivos sin alterar la tonalidad.

Todo esto puede apreciarse en la Fig.5 correspondiente al análisis por FFT de este fragmento.

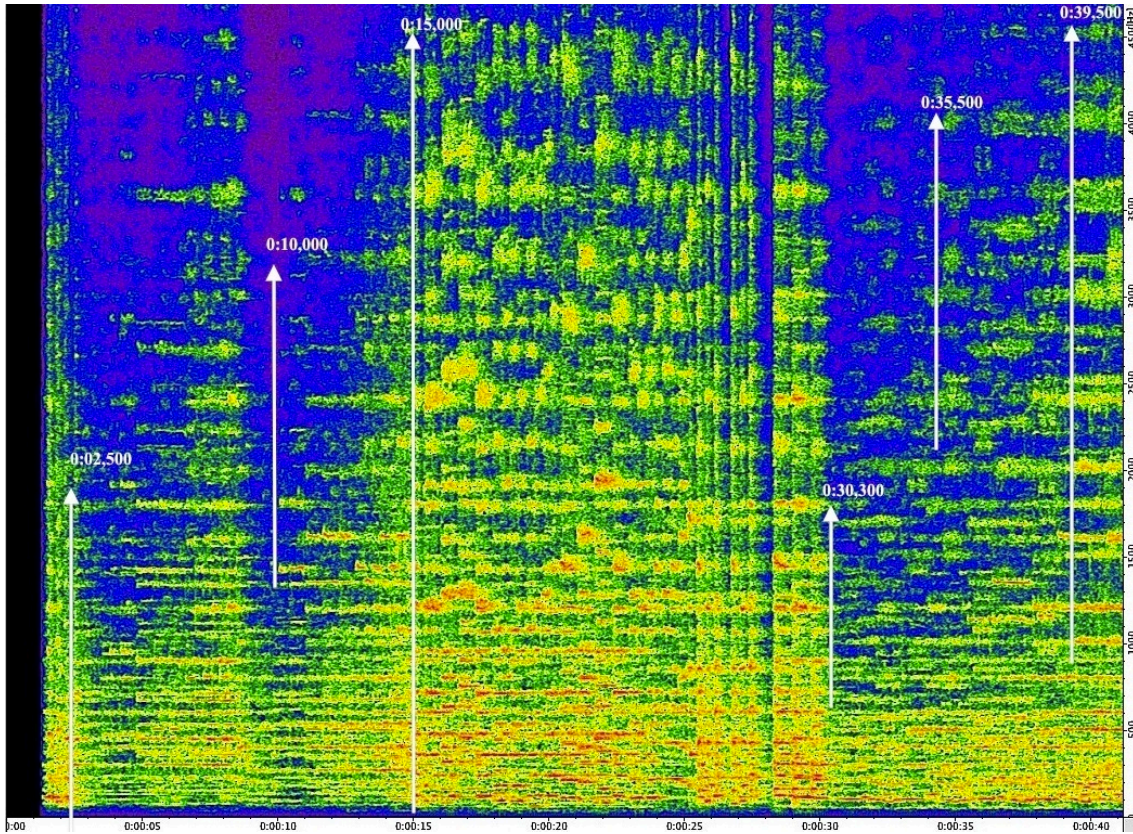


Fig.5 J. Brahms Sinfonía N°2 4º Movimiento análisis de FFT

La Fig.6 expone el análisis por DWT tal como en los ejemplos anteriores.

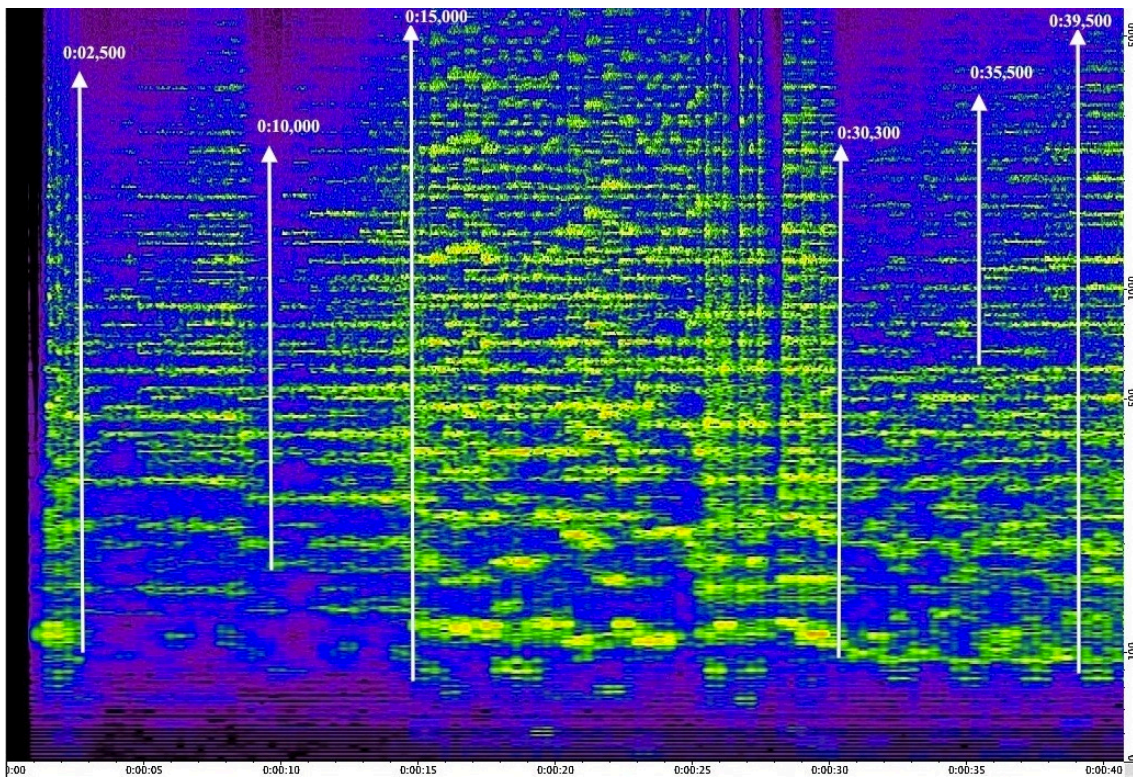


Fig.6 J. Brahms Sinfonía N°2 4º Movimiento análisis de DWT

Una vez más apreciamos como las alteraciones o modulaciones texturales dejan trazas tanto en el análisis por Transformada de Fourier como en el de Wavelets.

En los siguientes ejemplos analizaremos en que medida las modulaciones tonales se reflejan en el análisis espectral. El primero corresponde a la Obertura "Las Hébridas", también conocida como "La Gruta de Fingal" Op.26 de Felix Mendelssohn. El registro corresponde a la Orquesta Sinfónica de Londres dirigida por Peter Maag en un CD del sello Decca No. 443578-2. El análisis armónico se hizo con la Edición de Ricordi Buenos Aires (1953). El fragmento corresponde a un pasaje entre los compases 125 y 160. La primera Marca aparece en el compás 132 (en 0:11,600), la tonalidad es Si menor. Entre los 138 (0:24,400) y 140 (0:28,500) la música atraviesa un pasaje puente y modula a La bemol mayor para muy poco después volver a Si menor entre los compases 151 (0:51) y 153 (0:55,200). La modulación tonal es claramente reconocible por nuestro oído mas allá de cuales sean las tonalidades de origen y destino. La Fig.7 muestra el análisis de FFT de este fragmento.

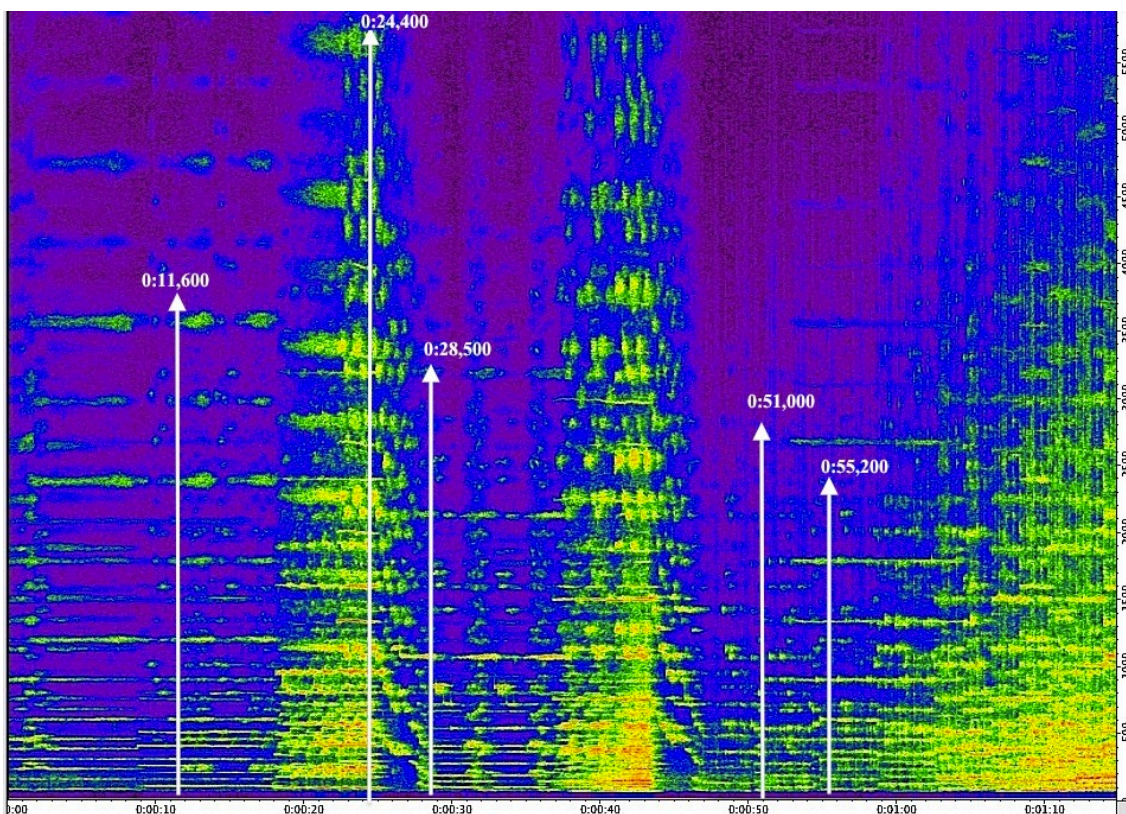


Fig.7 F. Mendelssohn Obertura "Las Hébridas" análisis de FFT

Tal como en los ejemplos anteriores, la Fig.8 expone el análisis por DWT.

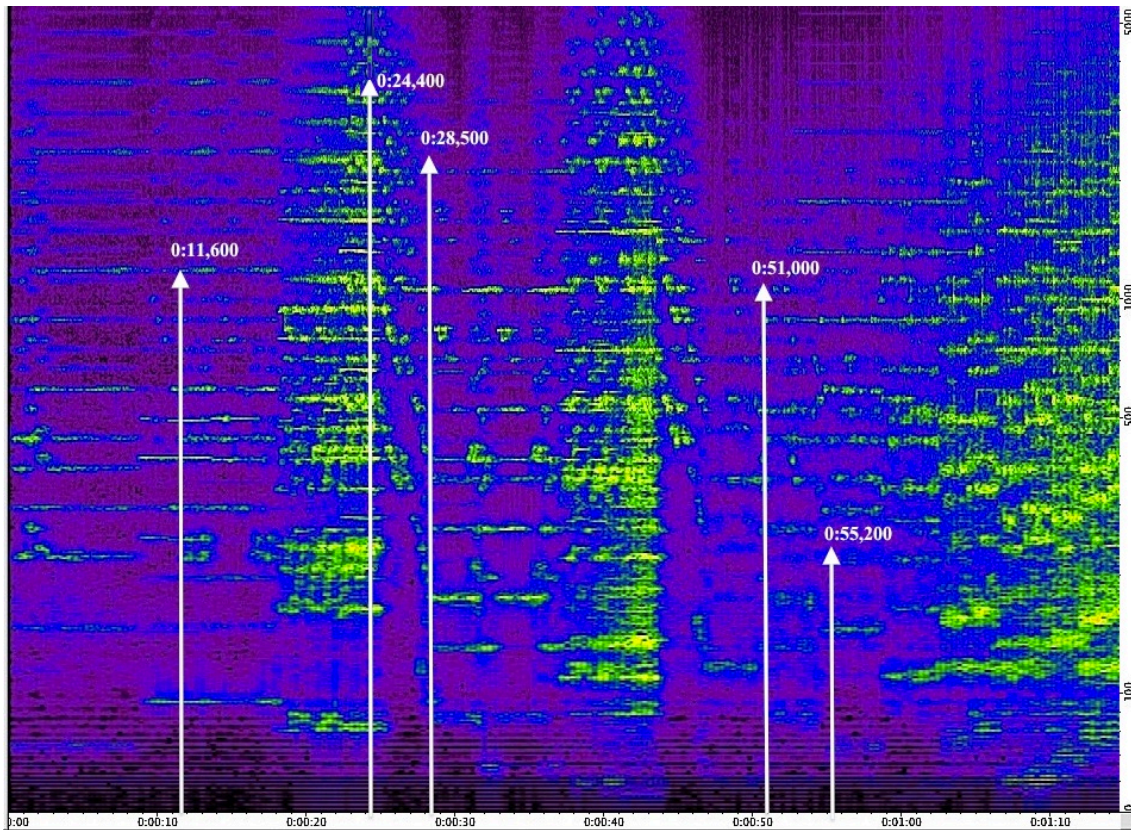


Fig.8 F. Mendelssohn Obertura “Las Hébridas” análisis de DWT

De acuerdo a lo que se puede apreciar en las Figs. 7 y 8 la representación gráfica del espectro no permite apreciar los momentos en los que se producen las modulaciones tonales, tal como hemos visto anteriormente que quedaban rastros bien claros de las modulaciones texturales.

El último ejemplo corresponde a una obra mucho mas compleja desde el punto de vista armónico, la que fue seleccionada precisamente para apreciar si los gráficos espectrales, sean éstos de la Transformada de Fourier o de la Transformada de Wavelets tienen la posibilidad de mostrar los puntos en los que se producen las modulaciones tonales cuando se trata de obras musicales de mayor complejidad armónica.

Se trata de un fragmento del primer movimiento de la Segunda Sinfonía Op.29 del compositor ruso Alexander Scriabin. Para el análisis se utilizó la partitura

Edición Eulenburg (1973) que no indica números de compás sino números de guía. El fragmento analizado corresponde a la primera sección del movimiento inicial donde se aprecia (en 0:01,000) que la tonalidad es Do menor. Mas adelante, 2 compases antes de la indicación 6 (en 0:19,600) modula a Do mayor aunque manteniendo cierta indefinición entre Do Mayor y Sol Mayor. Luego en la indicación 7 (en 1:00,900) modula fugazmente a Mi bemol mayor para retornar a Do menor en la marca 8 (en 1:48,500).

Durante el pasaje, existe una evolución casi permanente de la textura en forma paralela a la evolución armónica, en algunos casos en puntos muy próximos a los de las modulaciones armónicas pero no siempre coincidentes. Dado que nuestro objetivo es verificar si las modulaciones armónicas se reflejan en el análisis espectral, las modulaciones texturales no fueron marcadas en los gráficos que siguen a continuación. Esta aclaración resulta necesaria para una mejor interpretación de los análisis texturales.

Nuevamente, tal como en el caso de la obertura de Mendelssohn, no es posible apreciar con claridad en los gráficos las modulaciones tonales. La Fig.9 muestra el análisis de FFT correspondiente a este ejemplo.

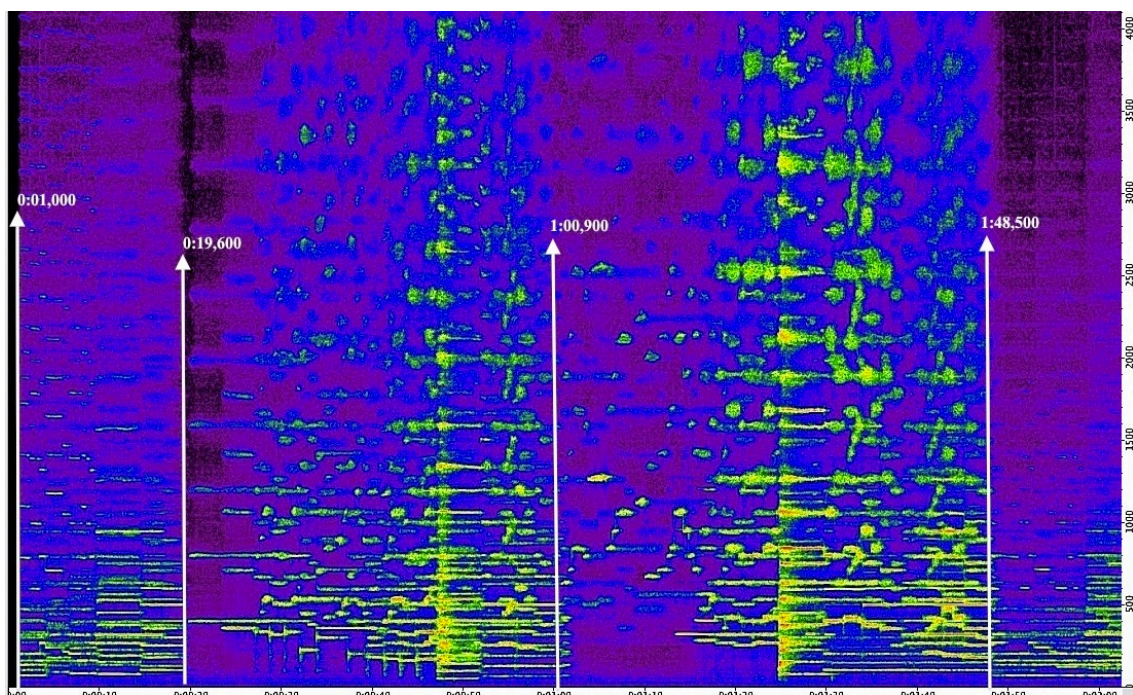


Fig.9 A. Scriabin, Sinfonía N° 2, primer movimiento. Análisis de FFT

Podemos ver en este caso también el análisis de DWT que se expone en la Fig.10.

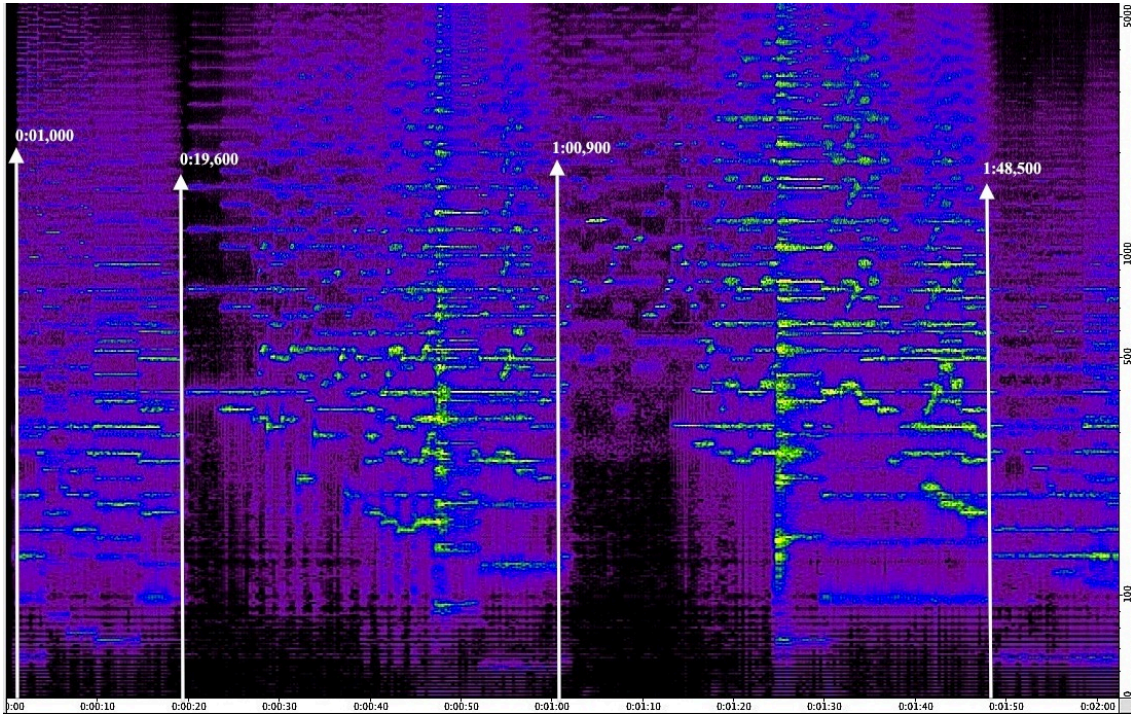


Fig.10 A. Scriabin, Sinfonía N° 2, primer movimiento. Análisis de DWT

Conclusiones

El término modulación es utilizado habitualmente en música compuesta de acuerdo a las reglas de la armonía tonal. Su utilización para referirnos a las alteraciones texturales en la música electroacústica es en sí misma un desafío sin dudas interesante dado que para que exista modulación textural debe haber un discurso sonoro basado en la elaboración de la textura. Como se aprecia en las Figs. 5 y 6 la elaboración de la textura no puede considerarse una innovación de la música electroacústica dado que también existe en la música tonal. Podríamos concluir que la modulación espectral asume un rol muy importante en la composición de música electroacústica dada la ausencia de la referencia tonal.

Las modulaciones texturales analizadas dejaron en todos los casos trazas en los análisis espectrales, sin embargo esto no sucedió con las modulaciones tonales. Podemos concluir que el análisis espectral, tanto llevado a cabo por FFT como por DWT resultan herramientas idóneas para analizar texturalmente la música electroacústica sin necesidad de incorporar diseños adicionales aún cuando los programas informáticos que realizan tales análisis lo permitan, dado que los análisis de espectro por sí solos muestran las modulaciones texturales.

Bibliografía

Basso, G. (2001). *La Transformada de Fourier en la música*. La Plata, Buenos Aires, Argentina: Ediciones Al Margen - Colección Universitaria.

Basso, G. (2006). *Percepción Auditiva*. Bernal, Buenos Aires, Argentina: Universidad Nacional de Quilmes.

Acevedo Martínez, L. (2009). *Computación Paralela de la Transformada Wavelet; Aplicaciones de la Transformada Wavelet al álgebra lineal numérica*. Valencia, España: Universitar Politècnica de Valencia.

D'Attelis, C., Anaya, M. T., Cavallardo Maria I., & Villaverde, F. (1995). *Introducción a las onditas (wavelets)*. Buenos Aires, Argentina: Nueva Librería.

De Poli, G., Piccialli, A., & Roads, C. (1991). *Representations of musical signals*. Massachusetts, EE.UU.

Geslin, Y., & Lefevre, A. (2004). Sound and musical representation: the Acousmographe software. *ICMC - International Computer Music Conference*. Miami: INA, Groupe de Recherches Musicales, París.

Miyara, F. (1999). *Acústica y Sistemas de Sonido*. Rosario, Argentina: UNR Editora.

Cádiz, R. (2003). Estrategias auditivas, Perceptuales y Analíticas en la Música Electroacústica. *Resonancias, revista de la Pont. Univ. Católica de Chile, Santiago* .