

Análisis comparativo de multifónicos en la familia de saxofones¹

Martín Proscia

Director de la Licenciatura en Composición con Medios Electroacústicos de la UNQ.

Proyecto de investigación Sonoridades Híbridas, LAPSo, EUdA, UNQ.

Antonio Ortega Brook

Proyecto de investigación Sonoridades Híbridas, LAPSo, EUdA, UNQ.

Resumen

El presente trabajo realiza un análisis comparativo de multifónicos en los diferentes integrantes de la familia del saxofón. Partiendo de la premisa intuitiva de que una misma digitación en dos saxofones con afinaciones diferentes daría como resultado el mismo multifónico pero transpuesto, se analizaron 18 ejemplos desde dos perspectivas diferentes: 1) multifónicos que presentan la misma digitación en diferentes saxofones; 2) multifónicos que presentan las mismas alturas (en nota real) en diferentes saxofones y que por lo tanto tienen diferente digitación. En ambos casos el estudio realizado implicó el análisis espectral de un conjunto de multifónicos especialmente seleccionado por sus características particulares, junto con una transcripción a notación musical de las principales componentes espectrales considerando su amplitud. Como complemento, se realizó una comparación de espectros de multifónicos cercanos y específicamente enfocada en los saxofones que comparten afinación (alto y barítono afinados en Mib, soprano y tenor, en Sib). El estudio realizado y los resultados obtenidos, permiten abrir preguntas de investigación a futuro, considerando principalmente la percepción tímbrica de aquellos multifónicos que, aun presentando la misma estructura interna, presentan diferencias de amplitud en los componentes de altura en los distintos saxofones.

Palabras clave: multifónicos, saxofón, análisis espectral, timbre.

¹ Las grabaciones utilizadas para este trabajo se encuentran disponibles aquí: <http://sonoridadeshibridas.web.unq.edu.ar/publicaciones/>
También se presenta en formato video aquí: <https://youtu.be/Mss4PWZ0opU>

This work presents a comparative analysis of multiphonics in the different members of the saxophone family. Starting from the intuitive premise that the same fingering on two different saxophones would result in the same multiphonic but transposed, 18 examples were analysed from two different perspectives: 1) multiphonics with the same fingering on different saxophones; 2) multiphonics with the same notes (sounding pitches) but different fingerings on different saxophones. In both cases, the study involved spectral analysis of a set of multiphonics specially selected for their particular characteristics, including a transcription to musical notation of the main spectral components. As a complement, the spectral analysis of similar multiphonics were compared, focusing on saxophones that share the same tuning (soprano and tenor saxophones in Bb, alto and baritone in Eb). The results obtained in this work, allow us to open research questions for the future, mainly considering timbre perception of those multiphonics that, sharing the same spectral structure, present amplitude variations in the pitch components between saxophones.

Key words: multiphonics, saxophone, spectral analysis, timbre.

1. Introducción

Un multifónico es un sonido que se caracteriza por presentar más de una altura reconocible en un instrumento musical típicamente monofónico. Podemos diferenciar en principio tres tipos de sonoridades multifónicas en instrumentos de viento de caña simple o doble. En primer lugar, la que se produce a partir de la utilización de la propia voz del/la intérprete, cantando y tocando simultáneamente. En segundo lugar, aquellos multifónicos que se producen por la sobreexcitación de regiones armónicas superiores de las notas graves, a partir del incremento en la presión de aire (*overblowing*), produciendo armónicos ‘naturales’ pertenecientes a su espectro (Spinelli, 2010). Por último, aquellos multifónicos que son producidos por la utilización de digitaciones especiales, fundamentalmente aquellas que se conocen como ‘digitaciones cruzadas’ (Wolfe & Smith, 2003). Este último caso, y específicamente abordado desde la familia del saxofón, será de lo que nos ocuparemos en el presente artículo.

En trabajos anteriores hemos estudiado las características de producción de este tipo de sonidos tanto desde el punto de vista del intérprete (Proscia, 2022) como desde la percepción tímbrica, desarrollando una caracterización para 119 multifónicos en el saxofón alto (Riera et al, 2014). En un trabajo reciente se ha estudiado la posibilidad de

desarrollar trayectorias de modulación tímbrica con multifónicos, considerando la relación entre la producción por parte del intérprete y los atributos tímbricos del sonido (Proscia et al, 2018).

En el presente trabajo se abordará el estudio tímbrico de multifónicos desde diferentes aproximaciones complementarias. En primer lugar, se estudiarán una serie de multifónicos que presentan la misma digitación (es decir que *a priori* presentan la misma configuración de alturas e intervalos internos) en los saxofones soprano, alto, tenor y barítono. Esto permitirá evaluar cómo se comportan tímbricamente los mismos multifónicos en los diferentes saxofones, diferenciando qué características se mantienen inmutables y cuáles varían según la tesitura de cada instrumento. Como complemento, se estudiarán de manera comparativa multifónicos que presentan las mismas alturas (en nota real) en diferentes integrantes de la familia de saxofones, lo que permitirá evaluar las diferencias tímbricas entre multifónicos con las mismas componentes de altura en diferentes saxofones.

1.1 Multifónicos en el Saxofón

Cada altura producida por un instrumento de viento con llaves (clarinete, flauta, oboe, saxofón) está definida por una digitación específica, es decir una combinación particular de llaves abiertas y cerradas que determinan el largo efectivo del tubo. En el caso de los multifónicos que estudiaremos, ciertas configuraciones específicas del tubo obtenidas a partir de la utilización de digitaciones no convencionales, producen picos de resonancia no relacionados armónicamente (Backus,1978). Este fenómeno produce una sonoridad inestable, que el intérprete controla a partir de la entonación y la manipulación de la columna de aire (Scavone et al. 2008; Chen et al. 2011)

En lo que respecta a la sonoridad, la relación entre una determinada digitación y su consecuente sonora no resulta intuitiva en los multifónicos como en el caso de alturas temperadas². Es por ello que resulta imprescindible para su abordaje la utilización de catálogos de referencia como los propuestos por Kientzy (1982), Londeix (1989) o Weiss & Netti (2010) aun cuando estos presentan diferencias sutiles en las componentes de un mismo multifónico, tanto en la cantidad de alturas como en su afinación (Proscia, 2022: 36). Y es que el universo tímbrico-armónico que proponen estos sonidos resulta

² En este punto se recomiendan los trabajos de Spinelli (2010), Jaureguiberry (2011) y Veale (1994)

conflictivo en cuanto a su codificación, en tanto la diferencia entre timbre e intervalo musical, e incluso entre altura y frecuencia, no resulta perceptivamente clara.

2- Comparación de multifónicos ³

El estudio comparativo de multifónicos que realizaremos en este trabajo estará enmarcado desde dos perspectivas: 1) una misma digitación que produce un multifónico, abordada desde los diferentes saxofones; 2) un multifónico que produce las mismas alturas en dos saxofones diferentes, con distinta digitación.

El objetivo de estudiar multifónicos iguales (sea porque comparten digitación o porque tienen la misma resultante sonora) en diferentes tesituras de saxofón, es evaluar cuáles son las características que se mantienen inmutables en los diferentes saxofones, a la vez que diferenciar las variables específicas que propone cada integrante de la familia. Como última instancia, haciendo una extrapolación de lo que ocurre con la tesitura de los saxofones, es posible imaginar un continuo tímbrico-armónico de multifónicos que se extienda por las más de 5 octavas que abarca esta familia de instrumentos.

2.1 – Misma digitación en diferentes saxofones

Por tratarse de una familia de instrumentos transpositores que a la vez comparten por pares la misma afinación (Sib soprano y tenor, Mib alto y barítono) a diferencia de octava, lo que tendemos a imaginar es que una misma digitación resultará, por ejemplo, entre saxofón barítono y alto, en un mismo sonido pero transpuesto. Sin embargo, por tratarse de un fenómeno complejo y con características tímbrico-armónicas que varían para los diferentes casos, esto no es necesariamente así. Para evaluar esta problemática, estudiaremos algunos ejemplos específicos que nos permitirán evaluar el grado de similitud que presenta una misma digitación para un multifónico en los diferentes saxofones. Para desarrollar este estudio comparativo se eligieron 3 multifónicos (Figura 1) representativos de diferentes sonoridades y tesituras, pero que funcionan de manera espontánea y estable en los 4 saxofones, dos de ellos presentes en el listado propuesto

³ Las grabaciones utilizadas para el estudio fueron realizadas con el siguiente equipamiento: Saxofón soprano Yamaha 475, Saxofón alto Selmer Serie III, Saxofón tenor Selmer Serie II, Saxofón barítono Yamaha YBS-52; boquillas Selmer modelo 'Concept' (soprano, alto y tenor) y S80 D(barítono), cañas 'legere signature' (3 ¼ para soprano y alto, 3 ½ para tenor y barítono). En todos los casos se decidió elegir multifónicos estables y en una dinámica en torno al *mf*, con el fin de poder estudiarlos comparativamente de manera clara. La afinación utilizada fue: La = 442hz

por Weiss & Netti (multifónicos B y C correspondientes al 16 y 1 en el listado, respectivamente)

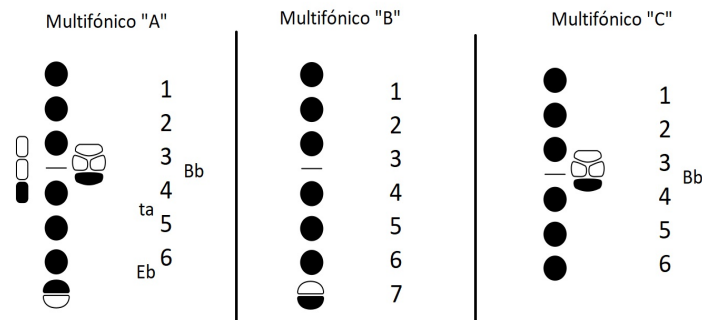


Figura 1: Multifónicos A, B y C - Las digitaciones se mantienen iguales en los 4 saxofones. Se presentan las dos caracterizaciones de digitaciones utilizadas en los catálogos de referencias: gráfico de llaves (Londeix, Weiss) y numeración de llaves (Kientzy)

Los 3 multifónicos elegidos presentan características de entonación similar al producirse en los diferentes saxofones. Es decir que, por ejemplo, el multifónico A necesita de una entonación referida a la tesitura media del instrumento, pudiendo lograrse una sonoridad que va de *pp a ff* y en la cual se perciben al menos 3 parciales de forma muy clara. Algo interesante para notar es que cada integrante de la familia del saxofón propone su propia tímbrica, lo que se manifiesta principalmente en el tipo y tamaño de grano interno del batimento integrado al sonido que percibimos en cada caso. En el multifónico B por ejemplo, podemos escuchar claramente cómo tenor y soprano (ambos afinados en Sib) suenan armónicamente similares, al igual que alto y barítono (afinados en Mib) entre sí. Sin embargo, en lo que respecta al tipo y tamaño de grano podemos percibir como el saxofón barítono presenta un mayor tamaño de grano con una menor frecuencia de modulación, mientras que en el soprano el grano es compacto y se percibe más homogeneidad en la sonoridad de *cluster*.

En la Figura 2 se presenta la transcripción musical del análisis espectral⁴, mostrando los 5 componentes con mayor amplitud presentes en los multifónicos A, B y C en los 4 saxofones. La transcripción musical está en nota de saxofón – es decir, traspuesta para

⁴ Para el análisis se seleccionaron, de cada sonido grabado, fragmentos estables, evitando ataques y extinciones, como también variaciones producidas por el flujo de aire, etc.

ser leída en saxofón- ya que el objetivo principal es mostrar cómo una misma digitación produce las mismas alturas en nota escrita en los diferentes saxofones⁵.

El multifónico A, como vemos en la Fig. 2, presenta una estructura de alturas muy similar en 3 de los 4 saxofones. Tanto soprano como alto y barítono, presentan un primer intervalo que oscila alrededor de una 9na menor (u 8va $\frac{1}{4}$ tono ascendido) y luego en torno a una 5ta (o 6ta $\frac{1}{4}$ tono descendida). A su vez el La# de 1ra línea adicional (con diferencias de afinación) aparece con mucha intensidad en los 4 saxofones. Algo interesante para evaluar es que en el saxofón tenor, la estructura de alturas se ve modificada. Tomando la terminología propuesta por Jaureguiberry (2011) podemos decir que la digitación del multifónico A utiliza una ‘digitación de base’ de un Mib/Re#, con un ‘nodo inducido’ en La#/Sib. Así es que parecería ser que en el caso del saxofón tenor, el nodo sobre La# se presenta con mayor pregnancia que el de Re#, generando con mayor claridad sus propios armónicos.



Figura 2: Transcripción musical del análisis espectral, mostrando los 5 componentes con mayor intensidad del multifónico A, B y C en los 4 saxofones. La graduación de color corresponde la energía con la que se presenta cada componente. Transcripción en altura de saxofón: soprano y tenor en Sib, alto y barítono Mib.

⁵ Existe un antecedente interesante en la transcripción de multifónicos que considera las bandas laterales como posible notación del tipo de batimento en notación musical (Gottfried, 2007)

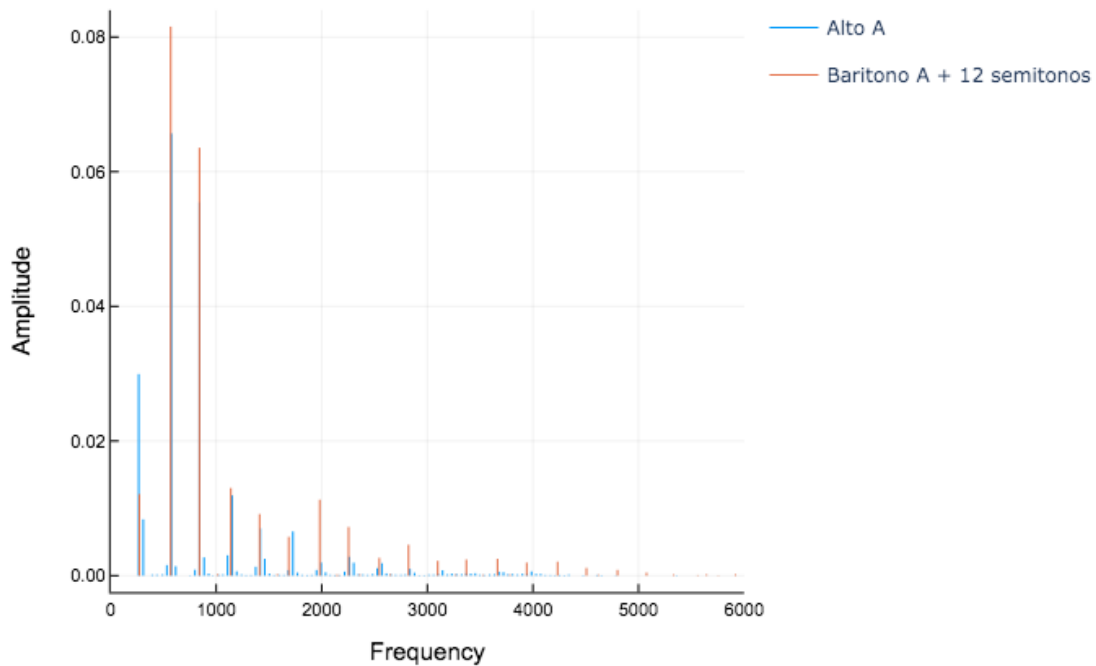


Figura 3: Comparación de los análisis espectrales del multifónico A en saxofón alto y barítono. El segundo fue transpuesto una octava para evidenciar la similitud en la estructura interválica.

Comparando los análisis espectrales del multifónico A en los saxofones alto y barítono (figura 3), se observa que, si se transpone el segundo una octava - lo que coincide con la diferencia de registro entre los dos saxofones- comparten las componentes de frecuencia principales, aunque con diferencias en las amplitudes. Se puede ver también cierta similitud en la envolvente espectral por debajo del sexto componente principal. Lo mismo sucede entre soprano y barítono: se repite la misma estructura interválica, a distancia de una 4ta compuesta (4ta + 8va).

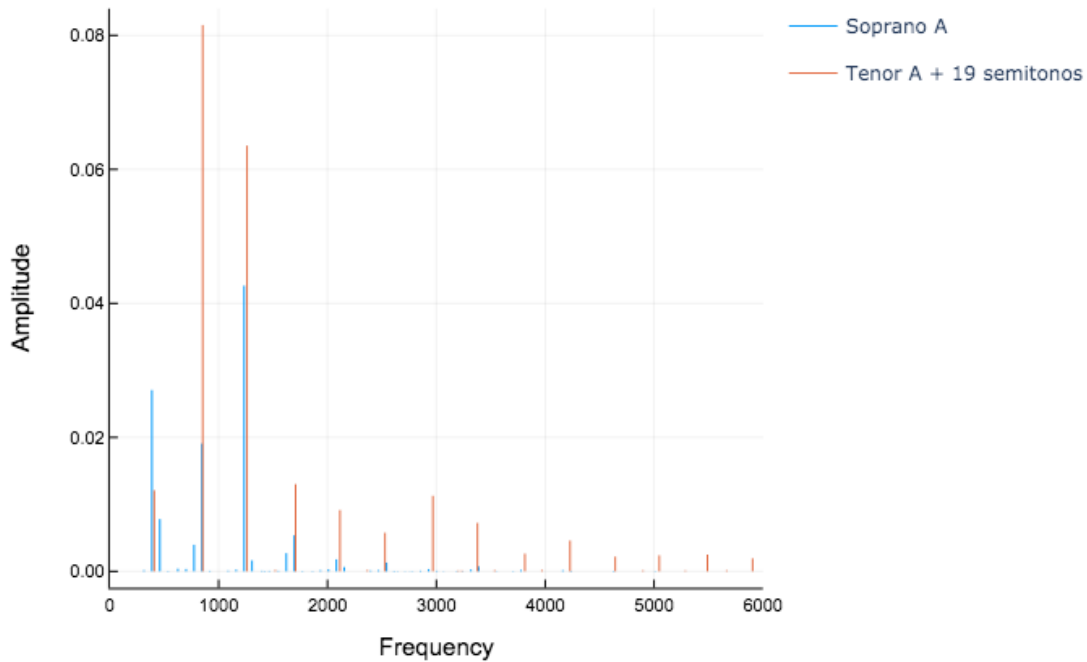


Figura 4: Comparación de los análisis espectrales del multifónico A en los saxofones soprano y tenor. Observar que el segundo fue transpuesto una octava más una quinta en lugar de una octava (la diferencia de registro entre ambos saxofones).

Un caso especial constituye el saxofón tenor (Figura 4), en que el multifónico aparece una octava más una quinta por debajo del saxofón soprano, en lugar de una octava como se esperaba. Esto podemos observarlo en la transcripción de la Fig. 2: el intervalo que oscila en un 5ta aparece como Sib-Fa (con diferencias de $\frac{1}{4}$ de tono) y luego como Re#-La# en el tenor (nuevamente con variaciones de $\frac{1}{4}$ en los intervalos). Volviendo sobre el análisis espectral se puede ver también cierta diferencia en las envolventes espectrales con respecto al mismo multifónico en el saxofón soprano: la segunda componente de frecuencia en el saxofón tenor tiene mayor amplitud que la primera y la tercera, mientras que en el soprano se da el caso inverso. También presenta mayor amplitud en componentes de más alta frecuencia y no aparecen bandas laterales como en el soprano. Por último, si comparamos las Figuras 3 y 4 podemos apreciar una gran similitud. Se puede ver que en los saxofones tenor y barítono (barras color naranja en los gráficos) el multifónico presenta envolventes espectrales muy similares, mientras que en el saxofón alto y en el soprano aparecen bandas laterales que no están presentes en los otros dos.

Si volvemos sobre la Fig. 2, podemos apreciar que el multifónico B -cuyo timbre describimos anteriormente- presenta aproximadamente las mismas alturas (escritas) en el saxofón soprano, alto y tenor, mientras que en el barítono la componente de frecuencia más grave presenta menor amplitud, por lo que no aparece en la transcripción del análisis espectral -aunque en la grabación podemos percibirla integrada al batimento general, logrando una sonoridad marcadamente diferente a la de los otros instrumentos. Algo para destacar en los multifónicos en general - y que está representado también en los catálogos de referencia- es que para una misma digitación es posible en ocasiones producir más de un multifónico, que, si bien tendrá las mismas características en cuanto a su conformación, podrá tener sonoridades diferentes. Esto se manifiesta notablemente en el saxofón barítono, por tratarse de un tubo de gran potencia y por su riqueza espectral, y es el caso del multifónico B.

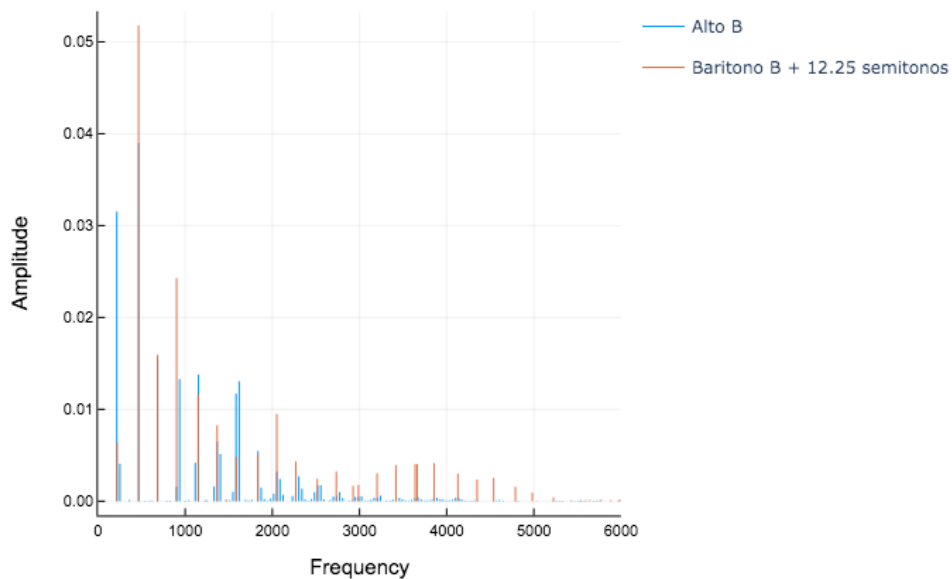


Figura 5: comparación de los análisis espectrales del multifónico B en los saxofones alto y barítono. El segundo fue transpuesto una octava. Notar que en el saxofón barítono la componente de frecuencia más grave (que no llega a verse en la transcripción) aparece con mucha menor amplitud.

En la comparación de los análisis espectrales del multifónico B en los saxofones alto y barítono (Figura 5) puede verse que la componente de frecuencia que no alcanza a aparecer en la transcripción está presente, pero con una amplitud mucho menor que la de las otras componentes de frecuencia principales. También se observa mayor amplitud en componentes de frecuencia superiores, lo que explica la mayor riqueza tímbrica.

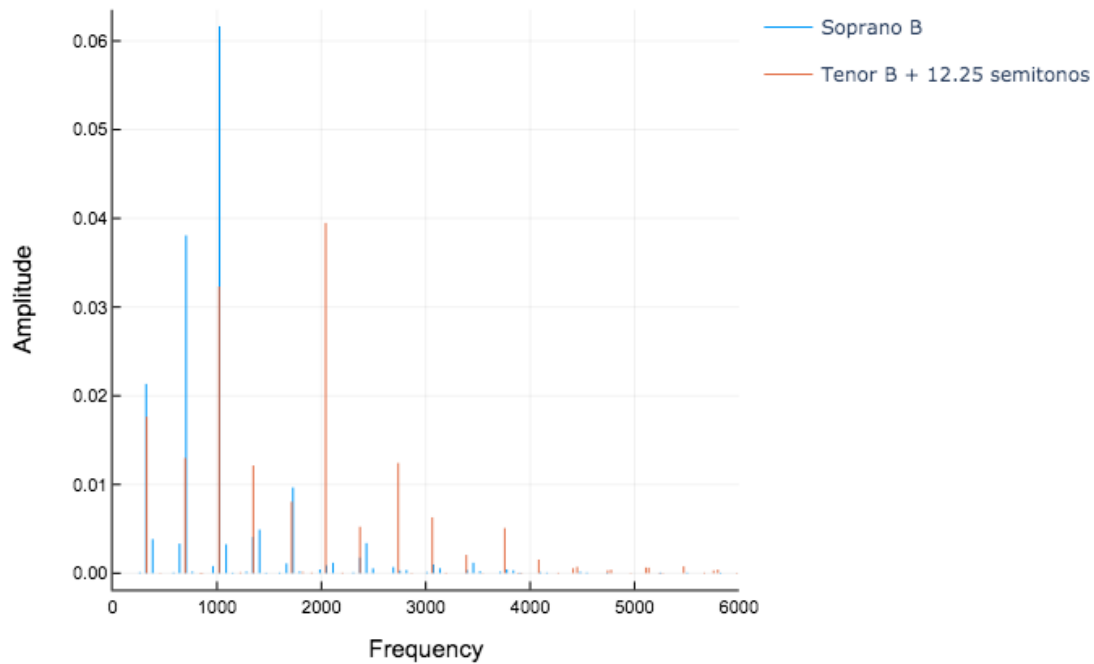


Figura 6: comparación de los análisis espectrales del multifónico B en los saxofones soprano y tenor. El segundo fue transpuesto una octava.

Con respecto a los saxofones soprano y tenor, en la figura 6 se presenta nuevamente el tenor transpuesto una octava para facilitar la comparación con el soprano. De este modo, en la comparación de los análisis espectrales podemos ver que ambos presentan la misma estructura interválica, pero muestran variaciones en la envolvente espectral.

En el caso del multifónico C, lo primero que llama la atención al escuchar las grabaciones es que en los 4 casos el multifónico tiene un primer instante de reposo y luego se constituye completo y sin transiciones, lo cual se repite en los 4 instrumentos. Este fenómeno, característico de muchos multifónicos está relacionado con la impedancia espectral que presenta una determinada digitación (Chen et al, 2009) y la ‘afinación’ del tracto vocal del intérprete para conseguir la sonoridad buscada (Chen et al, 2011). En lo que respecta a las componentes de altura y a su construcción interválica interna, este multifónico presenta un agrupamiento interesante, ya que los saxofones soprano y alto se comportan de manera similar, diferenciándose de tenor y barítono que también presentan una similar configuración entre sí. Mientras que estos últimos presentan una sonoridad de *cluster*, con gran cantidad de componentes comprimidas en una tesitura acotada, soprano y alto presentan una nota grave -Do#/Reb,

aproximadamente- que percibimos segregada del resto del *cluster* agudo, pudiendo separar dos planos claramente.

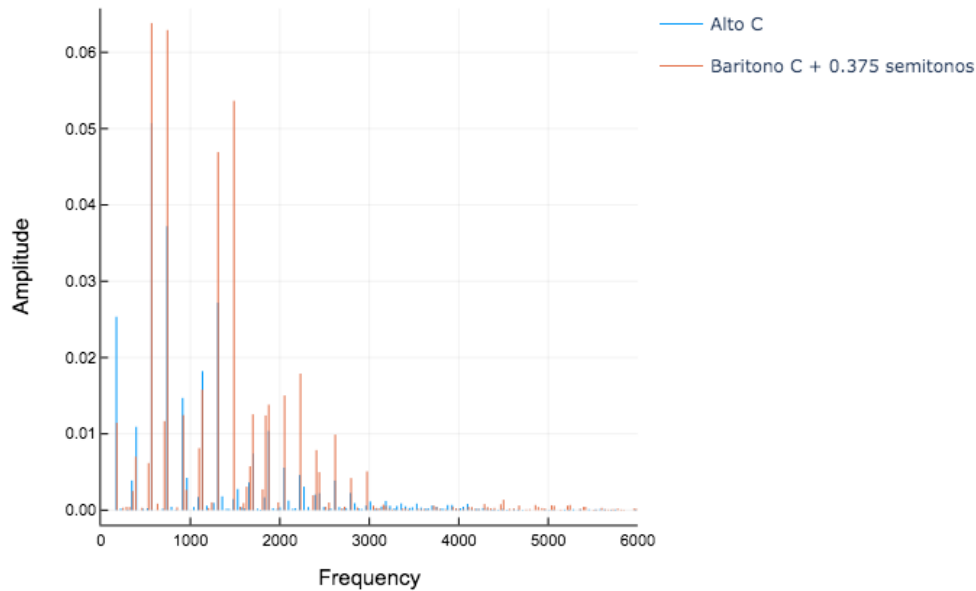


Figura 7: Comparación de los análisis espectrales del multifónico C.

Por otra parte, en el saxofón barítono, el multifónico C aparece con las mismas alturas que en el alto, es decir, una octava más arriba de lo esperado. En el análisis espectral que compara el multifónico C en los saxofones alto y barítono (figura 7) se puede observar la diferencia de amplitud en la componente más grave y, a la vez, mayor amplitud en componentes más agudas, lo que explica la sonoridad de *cluster*. También se observa mayor energía total en el barítono y presencia de componentes de más alta frecuencia, esto contribuye a una mayor sensación de brillo.

2.2- Mismas alturas y diferente digitación

Como complemento a lo trabajado anteriormente, en esta parte de nuestro estudio nos proponemos estudiar multifónicos cercanos en cuanto a sus alturas (en nota real) en distintos saxofones. Se analizarán 3 multifónicos que presentan pequeñas variaciones entre sí en saxofón alto y soprano. La posibilidad de trabajar con un instrumento de

llaves como el saxofón permite generar pequeñas diferencias de afinación a partir de la suma o resta de llaves. Estas variaciones en la digitación, que no modifican estructuralmente el multifónico, provocan diferencias microtonales que afectan en forma desigual a sus distintos componentes, influyendo tanto en las relaciones interválicas internas del multifónico como en sus características tímbricas.

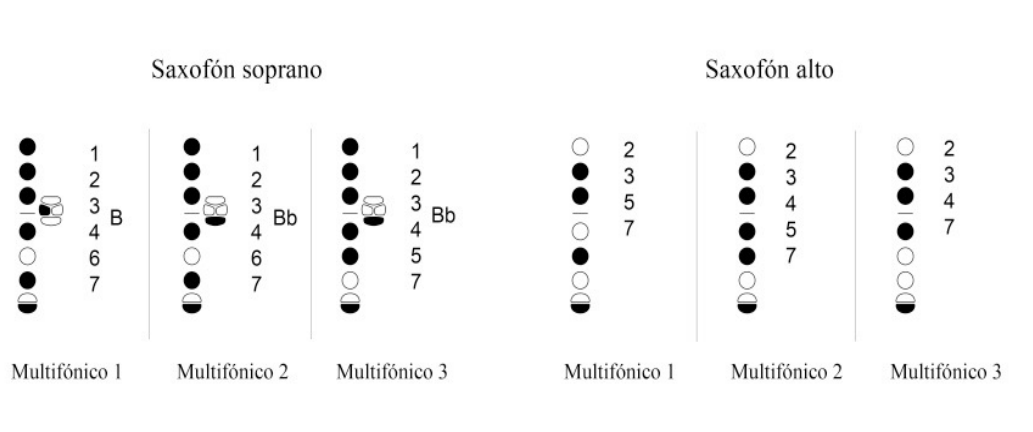


Figura 8: Multifónicos 1, 2 y 3 - Digitaciones para saxofón soprano y alto. Nótese las pequeñas variaciones que existen en las digitaciones entre los 3 ejemplos presentados en cada saxofón.

En la Figura 8 se presentan (las digitaciones de) 3 multifónicos de saxofón soprano y 3 de saxofón alto. Antes de pasar al análisis espectral y a la comparación de espectros, es importante realizar algunas consideraciones en relación a las digitaciones. Si miramos por ejemplo el multif, 1 y 2 de soprano veremos que la diferencia en las llaves es sutil desde el punto de vista del gráfico: en el multif 2 sólo cambia la llave de B por la de Bb. Ocurre que la llave de Bb cierra un orificio más, pero mantiene el orificio correspondiente a la llave de B también cerrada, por lo que tiende a bajar la afinación de algunos de los componentes en relación al multifónico 1. Pero el cambio de digitación no afecta la afinación de todos los componentes por igual, ni a todos los intervalos resultantes. Es por ello que resulta interesante estudiar estos multifónicos en particular, ya que por la disposición específica de llaves abiertas y cerradas que presenta cada uno - si bien *a priori* las alturas son las mismas o similares- cada multifónico en cada saxofón funciona de manera diferente.

Soprano 1

Alto 1

Soprano 2

Alto 2

Soprano 3

Alto 3

Figura 9: Transcripción musical del análisis espectral, mostrando los 5 componentes con mayor intensidad del multifónico 1, 2 y 3 en saxofón soprano y alto. Transcripción en nota real

En la figura 9 podemos apreciar nuevamente la transcripción musical de los 5 componentes de frecuencia que se presentan con mayor amplitud en el análisis espectral de cada caso. Lo que nos interesa aquí es la similitud de los multifónicos estudiados en términos de altura y estructura interválica, por lo que el gráfico se presenta en nota real. Como podemos apreciar, los 6 multifónicos presentan la misma tesitura y una distribución muy similar de las alturas, mostrando como principal diferencia los cambios de amplitud con los que se presenta cada componente. En cuanto a la estructura de intervalos, vemos que se presenta como primer intervalo una 9na menor (u 8va $\frac{1}{4}$ tono ascendida en algún caso) y luego un intervalo que oscila entre una 5ta justa y una 4ta disminuida, dependiendo del caso. Estas características de componentes de altura e intervalos resultantes, hacen que la sonoridad entre los 6 multifónicos sea muy cercana, tanto en términos de alturas comunes como en la resultante tímbrica general: se trata de una sonoridad estabilizada, con un grado de rugosidad medio y con una ocupación del

espectro similar en términos de cantidad de componentes y amplitud con la que estos aparecen.

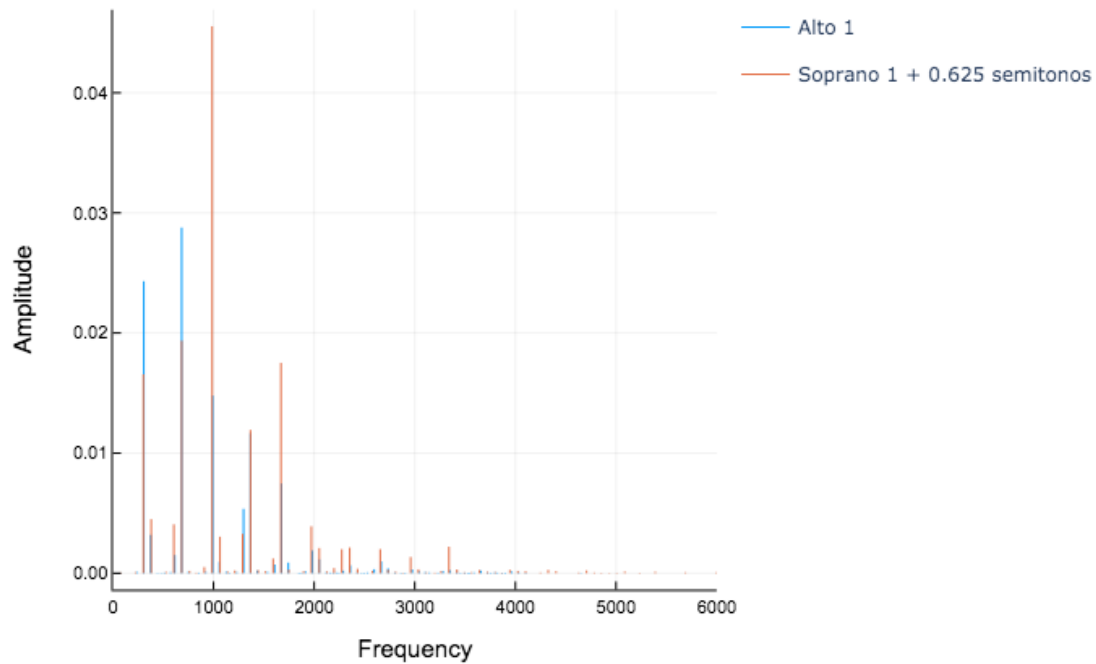


Figura (10): Comparación de los análisis espectrales del multifónico 1 en saxofón alto y soprano. El segundo fue transpuesto aproximadamente un octavo de tono para facilitar la comparación

En el caso del multifónico 1, podemos apreciar en la figura 9 que el saxofón soprano aparece aproximadamente un octavo de tono descendido respecto del alto. En la comparación de los análisis espectrales (figura 10) se puede ver que en los dos multifónicos están presentes las mismas componentes de frecuencia, con diferentes amplitudes, aunque las envolventes espectrales mantienen cierta semejanza. Posiblemente la diferencia más notable esté en la nota Sib6 (~1000 hz), que en el saxofón soprano aparece con una amplitud significativamente mayor.

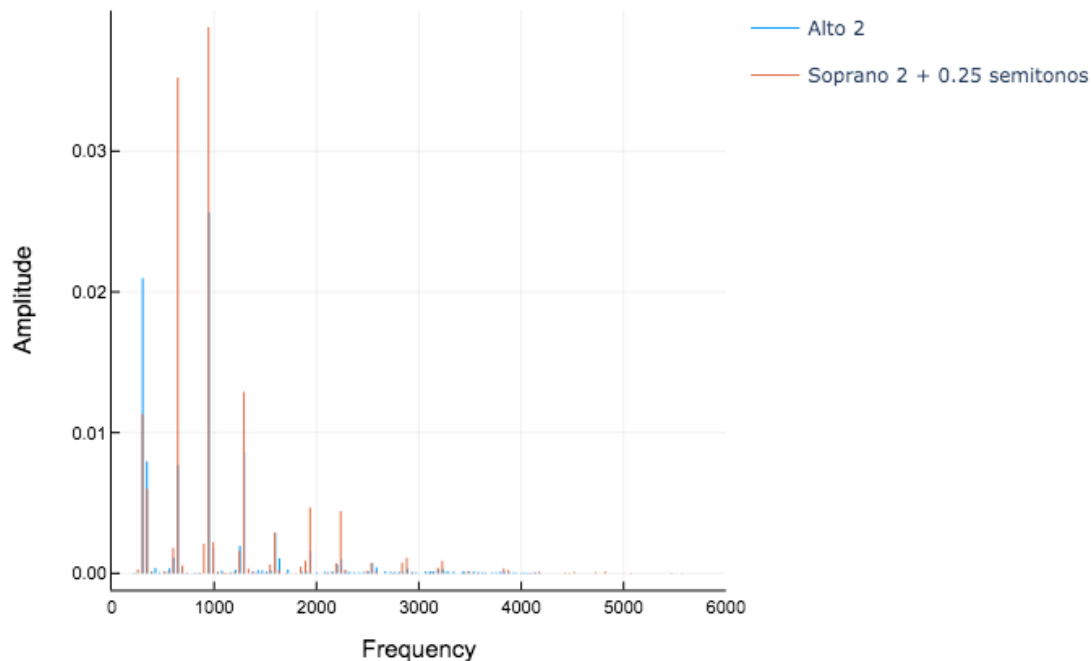


Figura 11: Comparación de los análisis espectrales de los multifónicos Alto 2 y Soprano 2. Se transpuso un octavo de tono el multifónico en soprano para facilitar la comparación.

Nuevamente, en el caso del multif 2 podemos notar que el saxofón soprano aparece un octavo de tono descendido respecto del alto. Al comparar el análisis espectral de ambos (figura 11) se observa que comparten las componentes de frecuencia más importantes (centrales y bandas laterales). El multifónico Soprano 2 presenta menor amplitud en las dos componentes más graves y mayor en las siguientes. Las diferencias más significativas están en la nota $Re\#5/Mib5$, que en el saxofón soprano aparece con una amplitud mayor y en la nota $Re4$ (Mi tres cuartos de tono abajo en el alto) que aparece con menor amplitud.

En el saxofón soprano, el multifónico es aproximadamente tres cuartos de tono más grave y se puede ver (figura 9) que presentan la misma estructura interválica. En la comparación de los análisis espectrales se observa que comparten las componentes de frecuencia principales (centrales y bandas laterales), aunque presentan cierta diferencia en sus envolventes espectrales. En el saxofón soprano, la componente de mayor amplitud es la más grave, mientras que en el alto es la tercera.

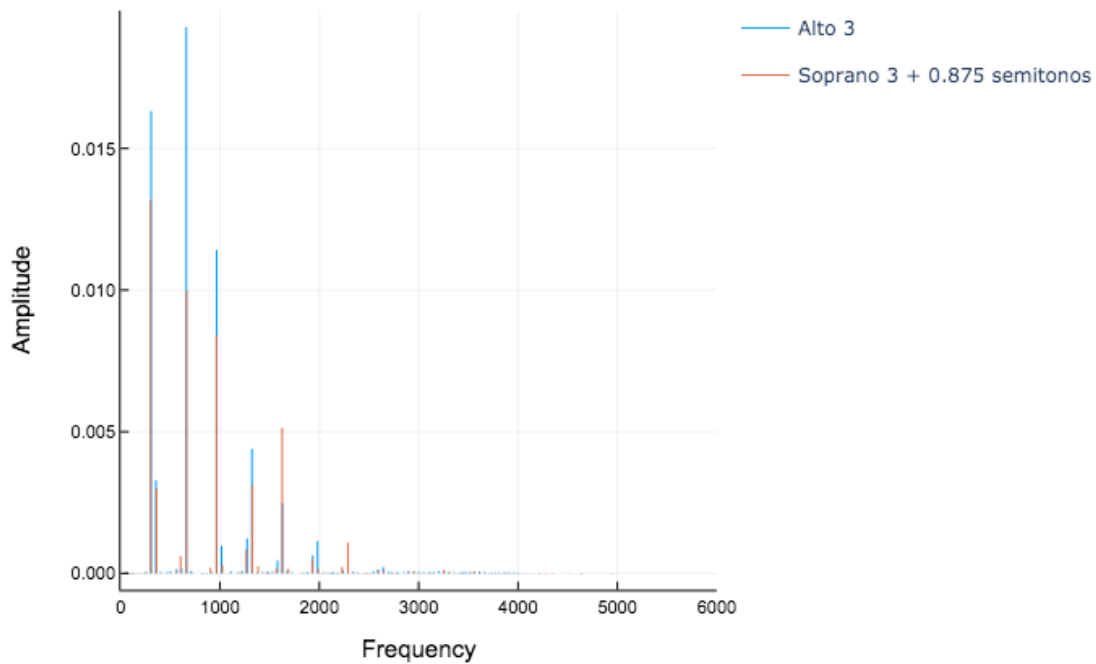


Figura 12: Comparación de los análisis espectrales de los multifónicos Alto 3 y Soprano 3. Se transpuso el segundo multifónico aproximadamente tres cuartos de tono para facilitar la comparación.

Como explicamos anteriormente los multifónicos estudiados en esta sección resultan muy cercanos en su estructura de alturas y tímbrica general, a pesar de no compartir digitaciones y funcionar en saxofones diferentes. Esto permite trazar la hipótesis de que no sólo existen multifónicos comunes entre los diferentes saxofones, sino que estos podrían ser ‘exactamente’ iguales (tan exacta como puede ser la percepción tímbrica) a partir de pequeñas modificaciones en su digitación y considerando la emisión por parte del/la intérprete. Queda para futuros trabajos ahondar en esta comparación y en un número mayor de multifónicos.

3- Conclusiones

Si el timbre en sí mismo es un fenómeno multidimensional y como tal necesita un abordaje multicausal, los multifónicos en tanto fenómeno tímbrico-armónico necesitan de una perspectiva interdisciplinaria. Para un abordaje sistemático es necesario comprender su funcionamiento acústico y su percepción psicoacústica sin dejar de considerar el punto de vista del/la intérprete. Al mismo tiempo, es necesario considerar

que al trabajar con multifónicos, las categorías de intervalo y timbre, al igual que frecuencia y altura, pueden resultar ambiguas.

En el presente trabajo se buscó abordar ciertas problemáticas específicas que presentan los sonidos multifónicos en el saxofón tanto desde el punto de vista de la percepción tímbrica como musical. Para eso se realizó un estudio comparativo de multifónicos similares desde dos enfoques complementarios: 1) multifónicos que presentan la misma digitación en diferentes saxofones; 2) multifónicos que presentan las mismas alturas (en nota real) en diferentes saxofones y que por lo tanto tienen diferentes digitaciones.

Partiendo de la premisa intuitiva de que una misma digitación en dos instrumentos con afinaciones diferentes daría como resultado el mismo multifónico pero transpuesto, se analizaron 3 digitaciones en los 4 saxofones, dando un total de 12 multifónicos (Ver 2.1, Figura 2). Resulta interesante el hecho de que, si bien estructuralmente se mantienen estables en los 4 instrumentos, las diferentes componentes en frecuencia de cada multifónico presentan variaciones de amplitud en los diferentes saxofones. Estas diferencias de amplitud entre componentes de frecuencia producen variaciones de orden tímbrico que percibimos fundamentalmente como cambios en el tipo de batimento (relacionado a la frecuencia de modulación), el grado de inarmonicidad y el brillo del sonido. Por otra parte, algunas de las transposiciones (generadas por el cambio de tesitura del propio instrumento) no fueron las esperadas, como en el caso del multifónico A en el saxofón tenor y el multifónico C en el barítono. La segunda parte de nuestro estudio (Ver 2.2) estuvo orientada a una serie de multifónicos que presentan las mismas alturas (en nota real) pero en diferentes saxofones. Allí pudimos constatar que se repetía la tendencia estudiada en el punto anterior (Ver 2.1) en cuanto a la estructura interválica de cada multifónico, pero que se acentuaba la diferencia de amplitud entre los diferentes componentes de altura entre saxofones.

La producción de multifónicos en los instrumentos de viento presenta características específicas en cada caso. En lo que respecta a los saxofones, a lo largo de este trabajo hemos ido analizando diferentes ejemplos de multifónicos que presentan grados de similaridad tanto en sus alturas como en sus estructuras interválicas traspuestas. Pero lo que hace característico a cada multifónico de los estudiados, es la singularidad tímbrica del instrumento que lo produce. Podemos decir que si bien en un mismo saxofón cada multifónico se comporta como una estructura interválica estable capaz de atravesar

diferentes estadios tímbricos, en cada uno de los integrantes de la familia del saxofón cada multifónico cobra un carácter diferente, tan escurridizo e indeterminado como inagotable en su poética tímbrico-armónica.

4 - Bibliografía

- Backus, J. (1978). Multiphonic tones in the woodwind instruments. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 63(2), 591–599.
- Chen, J. M., Smith, J., & Wolfe, J. (2011). Saxophonists tune vocal tract resonances in advanced performance techniques. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 129(1), 415-426
- (2009). Saxophone acoustics: introducing a compendium of impedance and sound spectra. *Acoustics Australia*, 37(1-19), 18-23.
- Gottfried, Rama. (2007) “A More Accurate Notation for Multiphonics Using Sideband Ratios”, en: www.ramagottfried.com/texts/rama_gottfried_multiphonics.pdf
- Jaureguiberry, L. F. (2011). Análisis de sonidos multifónicos de base Bb3. Clang.
- Kientzy, D. (1982). Les sons multiples aux saxophones. Editions Salabert
- Londeix, J. M. (1989). Hello! Mr. Sax, ou Parametres du saxophone. Alphonse Leduc.
- Riera, P. E., Proscia, M., & Eguia, M. C. (2014). A Comparative Study of Saxophone Multiphonics: Musical, Psychophysical and Spectral Analysis. *Journal of New Music Research*, 43(2), 202-213
- Proscia, M., Riera, P. E., & Eguia, M. C. (2018) “Study of timbral modulation processes applied to saxophone multiphonic tones”. *15th International Conference on Music Perception and Cognition -10th triennial conference of the European Society for the Cognitive Sciences of Music*, 23-28 July 2018.
- Proscia, M. M. (2022). El saxofón multifónico: un modelo para pensar la modulación tímbrica. (Tesis de doctorado). Universidad Nacional de Quilmes, Bernal, Argentina. Disponible en RIDAA-UNQ Repositorio Institucional Digital de Acceso Abierto de la Universidad Nacional de Quilmes <http://ridaa.unq.edu.ar/handle/20.500.11807/3832>
- Scavone, G. P., Lefebvre, A., & da Silva, A. R. (2008). Measurement of vocal-tract influence during saxophone performance. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 123(4), 2391-2400.
- Spinelli, E. (2010). Multifónicos en el clarinete: un estudio comparativo. *Revista del Instituto de Investigación Musicológica Carlos Vega: Publicación de la facultad de Artes y Ciencias Musicales de la Universidad Católica Argentina*, (24), 169-202.

- Veale, Peter. y Claus-steffen Mahnkopf. (1994). *The Techniques of oboe playing*. Kassel: Bärenreiter
- Weiss, M., & Netti, G. (2010). *The techniques of saxophone playing (Vol. 37)*. Bärenreiter.
- Wolfe, J., & Smith, J. (2003). Cutoff frequencies and cross fingerings in baroque, classical, and modern flutes. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 114(4), 2263-2272.