

# Influencias en la percepción sonora y en la interpretación del rebajado de la lengüeta del oboe

CAROLINA BLASCO YEPES

Tesis doctoral dirigida por Blas Payri  
Doctorado de música  
Diciembre 2012



*A la meua família*



# Agradecimientos

En primer lugar, me gustaría dar las gracias a mi director Blas Payri por toda su ayuda en la realización de esta tesis.

Gracias a todas las personas que han participado directa e indirectamente para que este trabajo sea una realidad, especialmente a los oboístas Rafa Tamarit, Femín Clemente, Jorge Clemente, Rafa Alonso, Santi Guillot, Irene Vendrell, Pepe Bou, Fede Gascó y Jesús Garrigues.

A mis amigos del pueblo, por el afecto y el apoyo recibido en todo momento.

Gràcies Miquel pel disseny de la coberta de la tesi i sobre tot gràcies pels teus savis consells aquell any a l'ISEA que junt al nostre company de taula compartírem un any inoblidable.

I finalment, gràcies als meus pares i a la meua iaia, per la seua confiança i comprensió en tot moment. Gràcies al meu germà, pel seu suport, ànims i ajuda en la realització d'aquest treball. Gracias Santi por todo tu trabajo, tu ayuda y tus ánimos, sin ti esta tesis no se habría realizado. Gràcies Rubén per haver-ho accelerat tot i per fer que cada dia siga més feliç que l'anterior.



## Resumen

Esta investigación estudia la influencia de la lengüeta del oboe (estilo de rebajado, molde, grosor) en la acústica y percepción del sonido obtenido y en la propiocepción instrumental de los oboístas al interpretar. Para ello se fabrican 18 lengüetas con un diseño factorial de 3 estilos de rebajado (fr=francés, ge=alemán, us=americano), 3 moldes y 2 grosores. Diez oboístas profesionales, con el mismo oboe, graban cinco ejercicios con un micrófono de cercanía y evalúan propioceptivamente 19 criterios (escala de 1 a 7) para cada lengüeta tras cada ejercicio.

Las mediciones acústicas sobre las 1900 muestras obtenidas muestran una influencia del estilo de rebajado en la afinación ( $p<,001$ ;  $\eta^2=,72$ ; ge más aguda), la estabilidad de afinación ( $p<,001$ ;  $\eta^2=,04$ ; fr más inestable), la intensidad ( $p<,001$ ;  $\eta^2=,09$ ; fr menor intensidad), el centro de gravedad espectral ( $p<,001$ ;  $\eta^2=,14$ ; fr menor riqueza espectral) y la armonicidad ( $p<,001$ ;  $\eta^2=,02$ ; fr menor armonicidad). El molde y grosor dan resultados significativos pero marginales.

Para estudiar las diferencias de timbre, diecinueve músicos realizaron una clasificación holística sobre un conjunto de 19 notas dos<sub>5</sub> (1 oboísta, 3 rebajados, 3 moldes y 2 grosores) y otro de 20 notas dos<sub>5</sub> (5 oboístas, 3 rebajados, 2 grosores). No aparecen diferencias significativas por estilo de rebajado, molde ni grosor. Sólo existen diferencias por intérpretes para el segundo conjunto ( $p<,01$ ), corroborando un estudio previo que no destacaba diferencias de timbre por estilo de rebajado.

Las respuestas propioceptivas obtienen diferencias significativas para: la evaluación de flexibilidad ( $p<,001$ ;  $\eta^2=,45$ ; fr mayor), timbre ( $p<,001$ ;  $\eta^2=,23$ ; ge mejor), rigidez ( $p<,001$ ;  $\eta^2=,18$ ; fr menor), equilibrio ( $p<,01$ ;  $\eta^2=,15$ ; us peor) y evaluación global sin el molde 168 ( $p<,01$ ;  $\eta^2=,15$ ; us peor). El rebajado francés genera más facilidad para el arpeggio ( $p<,001$ ;  $\eta^2=,36$ ), *diminuendo* ( $p<,001$ ;  $\eta^2=,30$ ) y *legato* ( $p<,001$ ;  $\eta^2=,54$ ). El americano obtiene peor calidad de sonido para el arpeggio ( $p<,01$ ;  $\eta^2=,13$ ), *diminuendo* ( $p<,01$ ;  $\eta^2=,15$ ) y *legato* ( $p<,01$ ;  $\eta^2=,14$ ), y el alemán mejor para el *fortissimo* ( $p=,001$ ;  $\eta^2=,17$ ). La concordancia de respuestas es muy alta en los intérpretes ( $\alpha>,8$  en la facilidad y  $\alpha>,7$  en el resto).

Seis oboístas evaluaron la calidad de sonido y de ejecución de 54 ejercicios *diminuendo* grabados por ellos mismos, por un intérprete de escuela francesa y otro de escuela alemana. Aparece una gran concordancia de respuestas ( $\alpha>,8$  en la calidad de ejecución) pero no hay diferencias significativas de percepción auditiva de la calidad del sonido y la ejecución, excepto en algunos casos puntuales. La comparación para un mismo

oboísta de su evaluación propioceptiva respecto a su evaluación auditiva muestra que no existe correlación en las respuestas de calidad de sonido ( $r=,08$ ) y que la calidad del sonido evaluada auditivamente está más ligada a parámetros acústicos ( $R^2=,60$ ) que la evaluada al interpretar ( $R^2=,10$ ), sugiriendo que la percepción sonora del oboísta está muy influenciada por su propiocepción muscular/vibrotáctil.

El rebajado influye significativamente en la propiocepción del intérprete, pero no en la calidad del sonido obtenido. Los oboístas concuerdan en la valoración propioceptiva de las lengüetas.

## Resum

Aquest treball de recerca estudia la influència de la llengüeta de l'oboè (estil de rebaixat, motle, grossària) en l'acústica i percepció del so obtingut i en la propiocepció instrumental dels oboïstes a l'hora d'interpretar. Així doncs, es fabriquen 18 llengüetes amb un disseny factorial de 3 estils de rebaixat (fr=francès, ge=alemany, us=americà), 3 motles i 2 grossàries. Deu oboïstes professionals, amb el mateix oboè, graven cinc exercicis amb un micròfon de rodatge i avaluen propioceptivament 19 criteris (escala d'1 a 7) per a cadascuna de les llengüetes després de cada exercici.

Les mesures acústiques sobre les 1900 mostres obtingudes mostren una influència de l'estil de rebaixat en l'afinació ( $p<,001$ ;  $\eta^2=,72$ ; ge més aguda), l'estabilitat d'afinació ( $p<,001$ ;  $\eta^2=,04$ ; fr més inestable), la intensitat ( $p<,001$ ;  $\eta^2=,09$ ; fr menor intensitat), el centre de gravetat espectral ( $p<,001$ ;  $\eta^2=,14$ ; fr menor riquesa espectral) i l'armonicitat ( $p<,001$ ;  $\eta^2=,02$ ; fr menor armonicitat). El motle i grossària donen resultats significatius però marginals.

Per a estudiar les diferències de timbre, deu músics realitzaren una classificació holística sobre un conjunt de 19 notes do<sub>5</sub> (1 oboïsta, 3 rebaixats, 3 motles i 2 grossàries) i un altre de 20 notes do<sub>5</sub> (5 oboïstes, 3 rebaixats, 2 grossàries). No apareixen diferències significatives per estil de rebaixat, motle ni grossària. Sols existeixen diferències per intèrprets per al segon conjunt ( $p<,01$ ), corroborant un estudi previ que no destacava diferències de timbre per estil de rebaixat.

Les respostes propioceptives obtenen diferències significatives per a: l'avaluació de flexibilitat ( $p<,001$ ;  $\eta^2=,45$ ; fr major), timbre ( $p<,001$ ;  $\eta^2=,23$ ; ge millor), rigidesa ( $p<,001$ ;  $\eta^2=,18$ ; fr menor), equilibri ( $p<,01$ ;  $\eta^2=,15$ ; us pitjor) i avaluació global sense el motle 168 ( $p<,01$ ;  $\eta^2=,15$ ; us pitjor). El rebaixat francès genera més facilitat per a l'arpegi ( $p<,001$ ;  $\eta^2=,36$ ), *diminuendo* ( $p<,001$ ;  $\eta^2=,30$ ) i *legato* ( $p<,001$ ;  $\eta^2=,54$ ). L'americà obté pitjor qualitat de so per a l'arpegi ( $p<,01$ ;  $\eta^2=,13$ ), *diminuendo* ( $p<,01$ ;  $\eta^2=,15$ ) i *legato* ( $p<,01$ ;  $\eta^2=,14$ ), i l'alemany millor per al *fortissimo* ( $p=,001$ ;  $\eta^2=,17$ ). El concordament de respostes és molt alt en els intèrprets ( $\alpha>,8$  en la facilitat i  $\alpha>,7$  en la resta).

Sis oboïstes avaluaren la qualitat de so i d'execució de 54 exercicis *diminuendo* gravats per ells mateix, per un intèrpret d'escola francesa i altre d'escola alemanya. Apareix un gran concordament de respostes ( $\alpha>,8$  en la qualitat d'execució) però no hi ha diferències significatives de percepció auditiva de la qualitat del so i l'execució, excepte en alguns casos puntuals. La comparació per a un mateix oboïsta de la seua avaluació propioceptiva respecte a la seua avaluació auditiva mostra que no existeix correlació en les

respostes de qualitat de so ( $r=,08$ ) i que la qualitat del so avaluada auditivament està més lligada a paràmetres acústics ( $R^2=,60$ ) que la que s'avalua quan s'interpreta ( $R^2=,10$ ), suggerint que la percepció sonora de l'oboïsta està molt influenciada per la seua propiocepció muscular/vibrotàctil.

El rebaixat influeix significativament en la propiocepció de l'interpret, però no en la qualitat del so obtingut. Els oboïstes concorden en la valoració propioceptiva de les llengüetes.

## Abstract

This research studies the influence of the oboe reed (reed-making style, gouging and shape) on the acoustics and the perception of the obtained sound and on the oboists' proprioception during performance. Eighteen reeds were made following a factorial design of 3 reed-making styles (fr=french; ge=german; us=american), 3 shapes and 2 gouging thickness. Ten professional oboists, using the same oboe, recorded five exercises with an instrument microphone and evaluated their own perception by using 19 criteria (on a scale of 1 to 7) for each reed, after each exercise.

The acoustic measurements of 1900 samples show an influence of the reed style on pitch ( $p<.001$ ;  $\eta^2=.72$ ; ge higher pitched), pitch stability ( $p<.001$ ;  $\eta^2=.04$ ; fr=more unstable), intensity ( $p<.001$ ;  $\eta^2=.09$ ; fr=less intensity), spectral center of gravity ( $p<.001$ ;  $\eta^2=.14$ ; fr=lower spectral richness) and harmonicity ( $p<.001$ ;  $\eta^2=.02$ ; fr=less harmonic). Reed shape and thickness gave significant but marginal results.

To study the differences in timbre, nineteen musicians made a holistic classification on a set of 19 notes of C<sub>5</sub> (1 oboist, 3 reed-making styles, 3 shapes, and 2 gouging widths), and another set of 20 notes of C<sub>5</sub> (5 oboists, 3 reed-making styles, 2 sizes). There are no significant differences between reed-making styles, shape or width. There are significant differences only between the oboists for the second group ( $p<.01$ ), corroborating a previous study where no differences in timbre between reed-making styles were found.

Proprioceptive responses yielded significant differences for the ratings on flexibility ( $p<.001$ ;  $\eta^2=.45$ ; fr=more flexible), timbre ( $p<.001$ ;  $\eta^2=.23$ ; ge=best), rigidity ( $p<.001$ ;  $\eta^2=.18$ ; fr=less), balance ( $p<.01$ ;  $\eta^2=.15$ ; us= worst) and global evaluation excluding shapes with cast 168 ( $p<.01$ ;  $\eta^2=.15$ ; us=the worst). French reed-making style is rated as easier for the arpeggio ( $p<.001$ ;  $\eta^2=.36$ ), *diminuendo* ( $p<.001$ ;  $\eta^2=.30$ ) and *legato* ( $p<.001$ ;  $\eta^2=.54$ ). American reed-making style is rated worse for sound quality for arpeggio ( $p<.01$ ;  $\eta^2=.13$ ), *diminuendo* ( $p<.01$ ;  $\eta^2=.15$ ) and *legato* ( $p<.01$ ;  $\eta^2=.14$ ), while german reed-making style is rated best for sound quality for *fortissimo* ( $p=.001$ ;  $\eta^2=.17$ ). Performers agreement is very high ( $\alpha>.8$  for easiness and  $\alpha>.7$  for the remaining criteria).

Six oboists evaluated the quality of sound and the performance of 54 *diminuendo* exercises recorded by themselves, by an interpreter of the French school and another of the German school. Agreement is high ( $\alpha > .8$  on performance) but no significant differences between reeds arose for auditory ratings on sound quality and performance, except in some specific cases. The comparison of the proprioceptive and auditory ratings for the same oboist shows no significant correlation in the responses of sound quality ( $r = .08$ ). Furthermore, sound quality auditory ratings are more closely linked to acoustic parameters ( $R^2 = .60$ ) than the ratings made while performing ( $R^2 = .10$ ), suggesting that the oboist's sound perception is highly influenced by its muscular/vibrotactile proprioception.

Reed-making style has a significant effect on the performer's proprioception, but not on the sound quality obtained. Oboists agree on the proprioceptive evaluation of the reeds.

## Resumen extendido

Esta investigación estudia experimentalmente la influencia perceptiva, acústica y propioceptiva de los diferentes estilos de rebajado de las lengüetas del oboe.

Se han realizado dos experimentos, uno preliminar y otro principal, utilizando diferentes métodos y materiales.

En el experimento preliminar se han realizado una serie de cuatro tareas de percepción tímbrica y un análisis acústico utilizando seis lengüetas realizadas a mano, dos por cada estilo de rebajado (alemán, francés y americano). Dos oboístas, con dos oboes diferentes, han grabado una serie de diez ejercicios con cuatro posiciones fijas de micrófono: uno de los oboístas grabó diez ejercicios con las seis lengüetas y el otro oboísta grabó cinco ejercicios con tres lengüetas.

La primera tarea de percepción consistía en la escucha de dieciocho sonidos largos ( $sol_4$  en *diminuendo*), en la segunda tarea los oyentes escuchaban 18 notas cortas  $re_4$  atacadas con y sin lengua, en la tercera 18 notas cortas  $sol_6$  atacadas con y sin lengua y en la cuarta tarea 18 frases de cuatro notas  $re_4$  y cuatro notas  $sol_6$  atacadas con y sin lengua. Las notas de la segunda y tercera tarea fueron extraídas de las frases de la cuarta tarea. Cuarenta oyentes (veinte oboístas y veinte músicos no oboístas) realizaron una comparación holística de las cuatro tareas, para ver si emergían parámetros idénticos en la asociación de los sonidos. Los resultados concluyen que aunque aparecen ciertas diferencias para los estilos de rebajado (tarea 1: oboístas  $p=,048$ ; tarea 4: no oboístas  $p=,020$ ) esas diferencias se debieron a las particularidades de las lengüetas entre sí (tarea 2: oboístas  $p=,002$ ; tarea 3: no oboístas  $p=,046$ ; tarea 4: no oboístas  $p=,013$ , oboístas  $p<,000$ ). Además, los diferentes ataques en la interpretación de las notas ( $p<,000$  para las 4 tareas en los dos grupos de oyentes) y los diferentes oboístas sí son reconocidos por los oyentes (tarea 1: no oboístas  $p<,000$ , oboístas  $p=,001$ ; tarea 2: no oboístas  $p=,142$ , oboístas  $p=,002$ ; tarea 3: no oboístas  $p=,005$ , oboístas  $p=,525$ ; tarea 4: no oboístas  $p=,001$ , oboístas  $p<,000$ ).

El análisis acústico consistió en un análisis estadístico de 35 parámetros relacionados con la afinación y su estabilidad, la intensidad y su estabilidad, la facilidad de vibración, la armonicidad y su estabilidad y el timbre. Los resultados muestran que existe una diferenciación para los parámetros ligados al timbre, específicamente a la distribución

de la energía en el espectro (Kurtosis y Skewness espectrales) donde las lengüetas alemanas son las que mayores valores obtienen en estos dos parámetros, siendo significativo en todos los casos ( $p < ,05$ ). En el resto de parámetros medidos, no se distingue un patrón ligado al estilo de rebajado.

En el experimento principal se han realizado una serie de dos tareas de percepción tímbrica, un análisis acústico, un experimento de evaluación interpretativa, un experimento de evaluación auditiva y una comparación entre el experimento de evaluación interpretativa y auditiva, utilizando dieciocho lengüetas según un diseño factorial de 3 estilos de rebajado, 3 moldes y 2 grosores de pala. Las lengüetas fueron realizadas a máquina (para el rebajado alemán y francés) y a mano (para el rebajado americano), utilizando la misma sección de caña para las lengüetas de cada rebajado. Diez oboístas, con un mismo oboe, han grabado una serie de cinco ejercicios con tres posiciones fijas de micrófono siendo una de ellas un micrófono de cercanía.

La primera tarea de percepción consistía en la escucha de diecinueve notas  $do_5$ , utilizando a un único oboísta, tres rebajados, tres moldes y dos grosores; en la segunda tarea los oyentes escuchaban veinte notas  $do_5$ , utilizando a cinco oboístas, tres rebajados, un molde, dos grosores para el rebajado alemán y un grosor para el resto (59 mm). Diecinueve músicos realizaron una comparación holística de las dos tareas, para ver si emergían parámetros idénticos en la asociación de los sonidos. Los resultados concluyen que las diferentes escuelas de rebajado no influyen en la percepción de los oyentes ( $p > ,05$ ) y tampoco el molde ( $p > ,05$ ) ni el grosor ( $p > ,05$ ), mientras que el único factor que se distingue son los diferentes intérpretes para los estímulos de la segunda tarea ( $p = ,009$ ).

El análisis acústico consistió en un análisis estadístico de 10 parámetros relacionados con la afinación y su estabilidad, la intensidad y su estabilidad, la facilidad de vibración, la armonicidad y su estabilidad y el timbre. Un total de 11 ejercicios editados con 181 muestras sonoras por ejercicio fueron analizadas. Los resultados muestran que el estilo de rebajado influye de forma significativa en todos los parámetros acústicos estudiados, siendo más influyente en la frecuencia media ( $F=1260,7$ ,  $p < ,001$ ,  $\eta^2 = ,685$ ) con el rebajado francés más grave y el americano más agudo. El molde ( $F=1,71$ ,  $p = ,190$ ,  $\eta^2 = ,001$  para la frecuencia media y  $F=9,3$ ,  $p < ,001$ ,  $\eta^2 = ,011$  para la intensidad) y el grosor ( $F=77,81$ ,  $p < ,001$ ,  $\eta^2 = ,063$  para la frecuencia media y  $F=19,55$ ,  $p < ,001$ ,  $\eta^2 = ,011$  para la

intensidad) también influyen en el estudio acústico, pero con una significatividad menor que el oboísta ( $F=203,46$ ,  $p<,001$ ,  $\eta^2=,637$  para la frecuencia media y  $F=497,6$ ,  $p<,001$ ,  $\eta^2=,743$  para la intensidad) y el rebajado. Mientras que el molde influye en todos los parámetros excepto en los ligados a la frecuencia y su estabilidad y a la diferencia de energía por bandas, el grosor lo hace en todos los parámetros excepto en la desviación estándar de la frecuencia, en la armonicidad media y en las diferencias de energía por bandas.

El experimento de evaluación interpretativa se basó en la puntuación de diferentes aspectos ligados a la ejecución y a la calidad sonora de los ejercicios interpretados. Diez oboístas puntuaban mientras interpretaban cada ejercicio en una escala de 1 a 7 la facilidad de ejecución del ejercicio, la calidad del ejercicio, los aspectos globales de la lengüeta (flexibilidad, rigidez, equilibrio, timbre y globalidad) y cómo sería interpretar con las lengüetas cuatro piezas de diferentes estilos. Un total de 3610 puntuaciones fueron analizadas. Los resultados determinan que el estilo de rebajado influye en estas puntuaciones. Para la valoración de la calidad del sonido, el rebajado americano es el que más diferencias marca respecto al alemán y al francés ( $p<,05$ ) con excepción del *pianissimo* que no genera diferencias ( $p>,05$ ), y del *fortissimo*, donde las lengüetas que marcan la diferencia son las alemanas ( $p<,05$ ). Para la pregunta facilidad, las lengüetas francesas son las más fáciles de forma muy significativa ( $p<,001$ ) a excepción del *fortissimo* y del *pianissimo* que no generan diferencias significativas ( $p>,05$ ). Para la pregunta equilibrio las lengüetas menos valoradas son las americanas respecto a las francesas ( $p=,016$ ) y a las alemanas ( $p=,001$ ). Las lengüetas francesas son significativamente ( $p<,001$ ) más flexibles que las lengüetas de las otras dos escuelas. Las lengüetas alemanas son significativamente más rígidas que las francesas ( $p<,001$ ), pero no lo son más que las americanas ( $p=,903$ ). En cuanto al timbre, las lengüetas peor valoradas son las americanas respecto a las francesas y, de forma muy significativa, respecto a las alemanas ( $p<,001$ ). De forma global, las lengüetas mejor valoradas son las francesas respecto a las alemanas y a las americanas ( $p<,001$ ). Para los estilos musicales, la lengüeta peor valorada es la americana y de forma muy significativa su utilización en el concierto en do mayor de Vivaldi ( $p<,001$ ), en el concierto en do mayor de Mozart ( $p=,018$ ), y en la sonata de Dutilleux ( $p=,017$ ), respecto a la francesa. En general, los oboístas se ponen de

acuerdo en valorar el comportamiento de una lengüeta para la evaluación global de la facilidad ( $\alpha=,813$ ), la evaluación global de la calidad de cada ejercicio ( $\alpha=,760$ ) y los parámetros globales de la lengüeta ( $\alpha=,778$ ). Se obtiene una correlación muy fuerte entre la facilidad del arpegio y la facilidad del *legato* ( $r=,821$ ), así como entre la calidad del arpegio y la calidad del *legato* ( $r=,824$ ), seguramente porque los dos ejercicios son los más largos y los únicos que abarcan todo el registro del oboe.

El experimento de evaluación auditiva se diseñó a partir de las grabaciones realizadas por los oboístas, de forma que cinco oboístas intérpretes puntuaron sus propios sonidos (autoevaluación auditiva) y los mismos cinco oboístas más un oboísta externo al experimento puntuaron los sonidos de los representantes de la escuela de interpretación francesa y alemana (evaluación auditiva) respondiendo a las preguntas de calidad de ejecución y calidad sonora del *diminuendo*. Un total de 54 sonidos fueron escuchados por los oboístas intérpretes, excepto el representante de la escuela alemana y el oboísta externo que sólo escucharon 36 sonidos. Los resultados concluyen que los diferentes estilos de rebajado no influyen de forma significativa en la evaluación auditiva, ni en la ejecución ni en la calidad del sonido ( $p>,05$ ). Sin embargo, cuando se analizan las evaluaciones que han hecho los oboístas sobre sus propios ejercicios (autoevaluación auditiva), se observa que algunos evaluadores distinguen entre estilos de rebajado (evaluador 6:  $p<,001$  y evaluador 4:  $p=,038$  para la ejecución; evaluador 3:  $p=,028$  y evaluador 6:  $p=,043$  para la calidad del sonido).

El estudio comparativo entre la evaluación interpretativa y la autoevaluación auditiva se realizó para averiguar si los oboístas intérpretes eran capaces de dar la misma puntuación cuando interpretaban que cuando escuchaban el *diminuendo*. Los resultados concluyen que los oboístas evaluadores se ponen de acuerdo, aunque no completamente, consigo mismos cuando puntúan la calidad de ejecución del ejercicio, pero no cuando puntúan la calidad del sonido.

Finalmente, una serie de análisis se realizaron para averiguar qué parámetro acústico estaba relacionado con las puntuaciones de los oboístas en la evaluación interpretativa, en la evaluación auditiva y en la autoevaluación auditiva. Los resultados concluyen que siempre existe algún parámetro acústico relacionado con las puntuaciones dadas por los oboístas, tanto interpretativa como auditivamente. Sin embargo, en la

evaluación interpretativa la calidad sonora parece estar explicada mediante parámetros acústicos ligados al timbre, aunque con un  $R^2$  corregido muy bajo ( $R^2=,108$ ) y en la evaluación y autoevaluación auditiva los parámetros acústicos relacionados poco tienen que ver con la calidad del sonido, sino más bien con la ejecución interpretativa, aunque con un  $R^2$  corregido más alto que en la evaluación interpretativa ( $R^2$  evaluación auditiva= $,252$  y  $R^2$  autoevaluación auditiva= $,587$ ), por lo que todo parece indicar que los oboístas privilegian la ejecución interpretativa, quizás por hábito de profesores o intérpretes, o quizás porque la información sonora no permite realmente distinguir entre calidades de sonido. Además, al realizar la comparación de los parámetros acústicos que explican la evaluación interpretativa (sólo de los cinco oboístas que han realizado también la autoevaluación auditiva) y la autoevaluación auditiva, los resultados muestran que, tanto en la ejecución como en la calidad sonora, la autoevaluación auditiva ( $R^2$  autoevaluación auditiva ejecución= $,316$  y  $R^2$  autoevaluación auditiva sonido= $,587$ ) obtiene un  $R^2$  corregido mayor que la evaluación interpretativa ( $R^2$  evaluación interpretativa ejecución= $,053$  y  $R^2$  evaluación interpretativa sonido= $,095$ ), dando a entender que cuando a los oboístas se les pide que puntúen en la audición centran su atención en más aspectos auditivos que cuando están sólo interpretando.

En conclusión, las lengüetas peor valoradas son las americanas en el equilibrio, timbre y puntuación global; las lengüetas francesas son las más flexibles y las mejor valoradas globalmente y las alemanas son las más rígidas y las mejor puntuadas en el timbre.

# Índice

<b>1. Introducción y objetivos generales</b>	<b>21</b>
<b>1.1. Introducción general</b>	<b>22</b>
1.1.1. El oboe y sus distintas clasificaciones	22
1.1.2. La lengüeta: definición y proceso de construcción	26
Herramientas necesarias	28
El atado de las lengüetas	30
El rebajado de las lengüetas	31
1.1.3. La lengüeta: historia y evolución	31
<b>1.2. Objetivos generales</b>	<b>38</b>
<b>2. Antecedentes</b>	<b>40</b>
<b>2.1. Percepción tímbrica</b>	<b>41</b>
<b>2.2. Acústica de la lengüeta</b>	<b>46</b>
<b>2.3. Evaluación interpretativa y auditiva</b>	<b>53</b>
2.3.1. Evaluación interpretativa	53
2.3.2. Propiocepción vibrotáctil	57
2.3.3. Evaluación auditiva	59
<b>3. Estudio preliminar: percepción tímbrica y acústica de la lengüeta</b>	<b>64</b>
<b>3.1. Introducción</b>	<b>65</b>
<b>3.2. Objetivos</b>	<b>65</b>
<b>3.3. Material experimental</b>	<b>67</b>
3.3.1. Lengüetas	67
3.3.2. Oboístas	68
3.3.3. Grabación	69
3.3.4. Material grabado	70
<b>3.4. Experimento de percepción</b>	<b>74</b>
3.4.1. Hipótesis	74
3.4.2. Método	76
3.4.3. Resultados	77
3.4.4. Discusión	81
3.4.5. Conclusiones	82
<b>3.5. Estudio acústico</b>	<b>83</b>

3.5.1. Hipótesis	83
3.5.2. Respuestas acústicas en función del ejercicio de interpretación	84
Ejercicios que miden el ataque: ataque, staccato, doble staccato	85
Legato	87
Oscillato	88
Afinación	89
Frullato	91
Intensidad	93
Diminuendo	94
Dobles sonidos armónicos	97
Comparación de la afinación en el conjunto de ejercicios	98
3.5.3. Respuestas acústicas globales de las lengüetas	101
Mediciones acústicas realizadas	101
Intensidad sonora	102
Variabilidad de la intensidad	103
Afinación	104
Estabilidad en la afinación	104
Facilidad de vibración	105
Armonicidad	106
Timbre	107
Correlaciones entre los parámetros acústicos	108
3.5.4. Discusión	110
3.5.5. Conclusiones	111
<b>4. Estudio principal: percepción tímbrica, estudio acústico y evaluación interpretativa y auditiva de la lengüeta</b>	<b>112</b>
<b>4.1. Introducción</b>	<b>113</b>
<b>4.2. Objetivos</b>	<b>113</b>
<b>4.3. Confección de las lengüetas</b>	<b>114</b>
4.3.1. Selección de los tubos	114
4.3.2. Obtención de las palas	116
4.3.3. Forma de las palas	117
<b>4.4. Material experimental</b>	<b>118</b>
4.4.1. Lengüetas	118
4.4.2. Oboístas	120
4.4.3. Grabación	123
4.4.4. Material grabado	123
<b>4.5. Estudio perceptivo</b>	<b>124</b>

4.5.1. Hipótesis	124
4.5.2. Método	125
4.5.3. Resultados	127
4.5.4. Discusión	130
4.5.5. Conclusiones	130
<b>4.6. Estudio acústico</b>	<b>131</b>
4.6.1. Introducción	131
4.6.2. Hipótesis	133
4.6.3. Método y material	134
Mediciones acústicas	134
Mediciones físicas de las lengüetas	135
4.6.4. Respuestas acústicas globales de las lengüetas	138
Mediciones relativas a la afinación	138
Mediciones relativas a la estabilidad de la afinación	143
Mediciones relativas a la intensidad	151
Mediciones relativas a la variabilidad de la intensidad	156
Mediciones relativas a la facilidad de vibración	160
Mediciones relativas a la armonicidad	162
Parámetros relativos al timbre	170
4.6.5. Análisis de datos mediante T-test	178
Influencia del grosor	178
Influencia del rebajado	181
Influencia del molde	184
4.6.6. Análisis de datos mediante el escalamiento multidimensional	187
4.6.7. Respuestas acústicas en función del ejercicio disminuyendo	188
Duración de la nota	189
Variación de la afinación	189
Ámbito de intensidad	191
Correlación entre ámbito de intensidad y de afinación	193
4.6.8. Respuestas acústicas en función del ejercicio pianissimo	195
Intensidad mínima	195
Estabilidad en la afinación	197
4.6.9. Respuestas acústicas en función del ejercicio fortissimo	200
Intensidad máxima	200
Riqueza en el timbre	202
4.6.10. Comparación de las lengüetas en el ejercicio fortissimo y pianissimo	205
4.6.11. Discusión	209
4.6.12. Conclusiones	210

<b>4.7. Experimento de evaluación interpretativa (propiocepción del instrumentista)</b>	<b>212</b>
4.7.1. Introducción	212
4.7.2. Hipótesis	213
4.7.3. Método	213
4.7.4. Resultados	214
Concordancia de las respuestas	214
Influencia del rebajado	216
Correlaciones	226
4.7.5. Comparación de la evaluación interpretativa con la acústica	233
Resultados	233
4.7.6. Discusión	250
4.7.7. Conclusiones	251
<b>4.8. Experimento de evaluación auditiva</b>	<b>252</b>
4.8.1. Introducción	252
4.8.2. Hipótesis	252
4.8.3. Método	253
4.8.4. Resultados	254
Concordancia de las respuestas	254
Influencia del rebajado	254
4.8.5. Análisis de la evaluación auditiva comparada con el análisis acústico	256
Resultados	256
4.8.6. Discusión	258
4.8.7. Conclusiones	259
<b>4.9. Comparación de la evaluación interpretativa y la autoevaluación auditiva</b>	<b>259</b>
4.9.1. Resultados	259
Correlaciones	259
4.9.2. Análisis de la autoevaluación auditiva comparada con el análisis acústico	262
Resultados	262
4.9.3. Discusión	266
4.9.4. Conclusiones	267
<b>5. Discusión general y conclusiones</b>	<b>268</b>
<b>5.1. Discusión general</b>	<b>269</b>
5.1.1. Percepción tímbrica	269

5.1.2. Estudio acústico	270
5.1.3. Evaluación interpretativa y auditiva	275
<b>5.2. Conclusiones</b>	<b>280</b>
<b>6. Referencias bibliográficas</b>	<b>284</b>
<b>6.1. Bibliografía</b>	<b>285</b>
<b>7. Anexos</b>	<b>299</b>
<b>7.1. ANEXO A. Tablas y figuras complementarias de análisis estadístico</b>	<b>300</b>
7.1.1. Experimento preliminar	300
Percepción tímbrica	300
Acústica de la lengüeta	306
7.1.2. Experimento principal	311
Percepción tímbrica	311
Acústica de la lengüeta	313
Experimento de evaluación interpretativa (propiocepción del instrumentista)	334
Experimento de evaluación auditiva	349

## ***1. Introducción y objetivos generales***

## **1.1. Introducción general**

Las razones y el deseo de realizar una investigación sobre las lengüetas del oboe en el área de la percepción tímbrica, la acústica de las lengüetas y la evaluación interpretativa y auditiva, se debe a la experiencia de la autora como oboísta al intentar entender cómo responden las lengüetas cuando se les aplica un tipo u otro de rebajado.

Se entiende por rebajado el proceso de eliminar la madera sobrante de una caña en bruto hasta conseguir producir el sonido deseado. Todos los oboístas cuando empiezan el estudio con el instrumento dependen directamente de la producción de las lengüetas por parte del profesor, una vez el proceso es asimilado, el alumno imita el rebajado dedicando mucho esfuerzo a este proceso. Junto con la evolución en la construcción de los oboes y la creación de las diferentes escuelas oboísticas, los rebajados de las lengüetas se han ido modificando y evolucionando, existiendo varias escuelas y preferencias muy marcadas.

Aunque el sonido del oboe depende del cuerpo del instrumento, del instrumentista en sí y de las lengüetas, la opinión principal, extendida entre los oboístas en general, es que las diferentes escuelas de rebajado de las lengüetas pueden distinguirse tímbricamente. En esta investigación se estudia sistemáticamente los diferentes estilos de rebajado de lengüetas actualmente más utilizados, definidos por Ledet (2008) en su libro *Oboe Reed Styles. Theory and Practice*: el alemán, el francés y el americano. Para entender su evolución es necesario hacer un recorrido histórico sobre el oboe, sus clasificaciones y el desarrollo de las lengüetas junto con las diferentes escuelas oboísticas.

### **1.1.1. El oboe y sus distintas clasificaciones**

Existen diversas teorías para la clasificación de los instrumentos musicales y todas ellas tienen su origen en las colecciones sistemáticas que se efectuaron en el siglo XIX. Los tratados elaborados durante los siglos XVI y XVII sólo tenían interés por describir los instrumentos musicales de su tiempo, como sucede con el de Martín Agrícola, Pierre Trichet y Pere Marín Mersenne (Tranchefort, 2002, p. 15 y ss). Sin embargo, en la antigua China existía un modelo de clasificación, considerado el más antiguo, según los materiales de composición de los instrumentos. Ejemplo de esta clasificación son *Los cuatro libros* de Confucio (1982), concretamente en su primer libro donde se realiza una clasificación de

instrumentos musicales según el material del que están contruidos: el metal, la piedra, la tierra, la madera (en ella se hayan enmarcados los instrumentos de doble lengüeta emparentados con el oboe occidental), el bambú, la calabaza, la piel y la seda.

La clasificación más habitual situaba al oboe con los instrumentos de viento de la orquesta (Olazábal, 1954): Cerone (1613) ya utilizaba esta clasificación, basándose en características musicales análogas como el timbre, la agilidad o la expresividad. En otras clasificaciones, como la del compositor y musicólogo belga François Auguste Gevaert (1828-1908), se clasifican según el tipo de entonación: libre, variable y fija. Por otro lado, en su *Historia de los Instrumentos Musicales*, el musicólogo alemán Curt Sachs (1881-1959) advierte de la ilógica de la clasificación usual en instrumentos de cuerda, viento y percusión y propone junto con su colega Hornbostel (1877-1935), una sistematización de todos los instrumentos musicales existentes, al margen de su origen, en cinco grandes clases subdivididas a su vez en grupos, subgrupos, géneros, etc. (Riemann, 1979). Esta categorización se basa en la que realizó Victor Mahillón como fundador y director del Museo Instrumental de Bruselas para ordenar los instrumentos a su cargo:

- 1) Idiófonos: Son los instrumentos formados por materiales intrínsecamente sonoros. Se subdividen según el modo de excitación en: raspados, punteados, sacudidos, frotados,...
- 2) Aerófonos. Los instrumentos de esta clase utilizan el aire como fuente de sonido. Se dividen en dos subclases: aerófonos de columna, que constan de un tubo sonoro cuya columna de aire actúa como un cuerpo sonoro determinando la frecuencia de los sonidos emitidos predominando incluso sobre el dispositivo de excitación; y aerófonos libres, en los que el dispositivo que excita la columna de aire es el que determina la frecuencia de los sonidos que producen (el armonio, los tubos de lengüeta del órgano y algunos zumbadores primitivos).
- 3) Membranófonos. El sonido se produce mediante una o varias membranas tendidas sobre sendas aberturas. Se dividen en grupos según la posición en que son ejecutados, su dimensión, el número de membranas o parches, etc.
- 4) Cordófonos. El sonido se produce por medio de una o varias cuerdas

sometidas a una tensión adecuada. Se subdividen en cítaras (instrumentos con cuerdas tendidas sobre los extremos de una caja o tabla), laúdes (con cuerdas tendidas en un extremo sobre una caja y en el otro sobre un mango), liras (con cuerdas tendidas en un extremo sobre una caja y en el otro sobre un travesaño que une un mango doble) y arpas (con cuerdas tendidas en un plano perpendicular a la caja entre esta y un travesaño que parte oblicuamente de ella).

- 5) Electrónos. El sonido se produce o modifica mediante corrientes eléctricas. Se dividen en dos grandes grupos: instrumentos mecánico-eléctricos (las vibraciones sonoras son producidas por métodos usuales y luego transformadas en oscilaciones eléctricas), e instrumentos radio-eléctricos (fundamentados íntegramente en oscilaciones eléctricas).

En España, Felipe Pedrell publicó en 1901 su *Emporio científico*, donde al margen de relatar su visión sobre cómo se inventaron, emplearon y progresaron los instrumentos de música, establece una clasificación en cuatro grandes clases:

“Pertencen á la primera los instrumentos autófonos, que producen el sonido por la elasticidad de los mismos cuerpos.

A la segunda, los instrumentos de membranas. El sonido de estos instrumentos es debido á las membranas que han adquirido elasticidad por tensión.

A la tercera corresponden los instrumentos de viento. Prodúcese el sonido por el movimiento vibratorio del aire, obtenido por medio de una corriente, que funciona sobre órganos especiales.

Finalmente, pertenecen á la cuarta clase los instrumentos de cuerdas; fúndase su construcción sobre la vibración de las cuerdas, cuerpos filiformes que, como las membranas, han adquirido elasticidad por tensión.”

Dentro de cada clase de esta clasificación Pedrell distingue varias ramas, y a veces subdivide éstas en varias secciones. Asimismo, cuando describe a los instrumentos de viento, los divide en tres ramas diferenciadas por el modo de excitación de la columna de aire: Instrumentos de lengüeta, de embocadura y de boquilla. Cada una de estas ramas la subdivide a su vez en secciones:

A) “Instrumentos de lengüeta.- Las lengüetas son sencillas ó dobles, de caña adalgazada ó de laminillas de metal...”

"...SECCIÓN d). Instrumentos de lengüeta doble aplicada á un tubo.- El origen de la lengüeta doble es muy antiguo: en su forma primitiva utilizase para muchos instrumentos usados, todavía, actualmente en la India, en la China, en Egipto y en la Arabia. Su aplicación á tubos cónicos ó cilíndricos exige dos subdivisiones.

SUBDIVISIÓN aa). Instrumentos de lengüeta doble aplicada á un tubo cilíndrico.- A esta subdivisión pertenecen los auloi griegos, las tibiae romanas, los cromormos, llamados en España orlos. Abandonadas todas las variantes de estos instrumentos, sólo han sido conservados en su forma rudimentaria en algunos países de oriente, el é raqyeh árabe, el kwan-tze chino, el salamouri caucasiano y el hi-chi-riki japonés.

SUBDIVISIÓN bb). Instrumentos de lengüeta doble aplicada á un tubo cónico.- El oboe y sus congéneres el corno inglés, el fagote y el contrafagote son los instrumentos tipos de esta subdivisión..."

Tras la revisión de todas estas clasificaciones, se puede concluir que el oboe (del francés *hautbois*, "madera alta") es un instrumento soprano en Do (Michels, 1982), de viento madera, generalmente fabricado con granadilla o ébano (Baines, 1991, p. 91) pero también de otros materiales como plásticos resistentes. Consta de tres partes de taladro interior cónico: superior, medio e inferior o pabellón. Formado originalmente con tres orificios en cada sección, ha evolucionado hasta llegar a los veintitrés orificios actuales, según los diferentes fabricantes. En la Antigüedad, los primitivos orificios se accionaban con los tres dedos de cada mano: índice, corazón y anular, sin llave alguna. Actualmente, el oboe está dotado de un complejo sistema de llaves que facilitan a los músicos la interpretación de las obras más antiguas y posibilitan las obras contemporáneas.

La emisión del sonido se realiza mediante la vibración de una lengüeta doble, fabricada a partir de la caña común *Arundo donax* (Bigotti, 1974, p. 7). Estas lengüetas, denominadas específicamente palas, se unen entre ellas mediante el atado a un tudel cónico, (tubo metálico generalmente de latón o alpaca que termina en un revestimiento de corcho y se utiliza para unir las lengüetas mediante hilo de nailon), dejando entre las dos palas una pequeña abertura por donde pasa el aire insuflado por el oboísta.

La extensión del instrumento moderno abarca un total de treinta y seis notas desde un  $\text{si}_3$  hasta un  $\text{la}_6$  (índices acústicos del sistema internacional,  $\text{la}_4=440$  Hz) de las cuales las dieciséis primeras son notas fundamentales. El resto son armónicos que se producen

con la ayuda de ciertas llaves especiales (Bate, 1975, p. 4), por lo que el oboe es el instrumento de viento madera con menor extensión (Baines, 1991 ,p. 91).

Existen actualmente varios instrumentos de la familia del oboe con diferente afinación:

- 1) la *musette* en Fa, una cuarta por arriba del oboe (Bigotti, 1974 p. 20);
- 2) el oboe de amor en La, comúnmente utilizado como alto aunque también a veces como *mezzo-soprano*;
- 3) el corno inglés en Fa, el tenor de la familia;
- 4) el oboe barítono en Do;
- 5) el *heckelphone* también en Do, el más grave (Bate, 1975 p. 4).

El oboe barítono y el *heckelphone* son comúnmente confundidos como un mismo instrumento, pero no es así. El *heckelphone* tiene un diámetro más ancho que el oboe barítono, su extensión es más grave (dos semitonos) y su timbre más amplio (Burgess & Haynes, 2004, p. 187).

### **1.1.2. La lengüeta: definición y proceso de construcción**

Como se ha comentado anteriormente, el oboe es un instrumento aerófono que necesita de una lengüeta para la producción de su sonido. Esta lengüeta es doble, ya que está formada por dos láminas de madera que vibran a una frecuencia determinada, dependiendo de sus dimensiones, masa y elasticidad. Esta vibración, excita las ondas periódicas de presión de la columna de aire situada dentro del tubo del oboe. La lengüeta está formada por dos palas y un tudel que se unen con hilo de nailon, para luego ser raspada con una navaja de un filo.

La elaboración de la lengüeta es un proceso bastante laborioso que requiere paciencia y tiempo. Una vez plantadas y secadas las cañas, se crean tubos a partir de la caña para ser partidos en tres trozos con la ayuda de un divisor de cañas. A continuación, se procede a cortarlas a una longitud de 75 mm, aproximadamente. El siguiente proceso, el gubiado, requiere que las cañas estén húmedas y una máquina de gubiar cañas –eléctrica o manual– para darles una forma ligeramente curva (*cf.* figura 4.5-arriba y centro). Luego se

emplea una máquina de modelar palas que consta de un molde y un prensa (cf. figura 4.6), accionada mediante un resorte que apretará la caña con el molde y la cortará de la forma idónea. La pala, a su vez, saldrá doblada por la mitad sin llegar a partirse gracias a que la máquina incorpora una cuchilla que corta el esmalte de la caña.

El siguiente paso es el atado de la caña, para el que se emplean hilo de nailon especial, tudeles, en donde se atará la caña, y un tudelero, mango de madera con un punzón metálico donde se inserta el tudel, que sirve de ayuda para un buen atado (cf. figura 1.1). Una vez atada la caña al tudel, se parte con una guillotina de precisión milimétrica (cf. figura 1.1). Por último, se procede al rebajado, empleando una navaja (cf. figura 1.1) de gran precisión para ir rebajando cada pala y dándole la forma, y una espátula (pieza pequeña de metal o madera), que se inserta entre ambas palas. Se puede añadir hilo de alambre enrollado en la parte inferior de la lengüeta a unos 3 mm del final del tudel.

La técnica de realización de las lengüetas es uno de los principales problemas con los que se encuentra el estudiante de oboe durante toda su carrera. Y es que este proceso no es una ciencia exacta, por lo que viene condicionado por la práctica y la destreza de cada estudiante y el material del que se dispone. Así pues, Caswell (1987) realiza un proyecto de investigación en la Universidad de Calgary para mejorar el acero de las navajas. Lehrer (1980) aporta su experiencia personal en la construcción de las lengüetas y explica los factores a tener en cuenta para la elección de un buen material. Hewitt (1991) recomienda a los estudiantes la lectura del libro *The Reed Makers Manual* de Weber y Capps (1990) como complemento a las explicaciones de los profesores de oboe y así poder mejorar el proceso de elaboración de las lengüetas. Dusté (1984) aporta una descripción detallada y con imágenes sobre el estilo americano descrito por Ledet (2008). Incluso Bonar (1983) se plantea el por qué de la existencia de diferentes estilos de rebajado concluyendo que la elección de uno u otro estilo depende de factores como la embocadura, la posición o el ángulo del instrumento respecto al cuerpo.

La elección de un buen material es un tema que ha desarrollado bastante literatura: Trentacosti (1978) dice “hay que tener en cuenta las fibras de la pala, el gubiado, el molde, etc.” Reid (1983) habla incluso de los factores a tener en cuenta para una buena cosecha de cañas y de cómo deben elegirse y secarse. Tan importante es el material, que no debería

sorprender leer artículos sobre oboístas americanos que viajan a Var con el fin de encontrar la mejor fábrica de *Arundo donax* (Hardy, 1994).

Otro de los temas que preocupan a los oboístas es la conservación de sus lengüetas. Tanto Bartlett (1990) como Orcutt y Roscoe (1975) y Mack (1974) explican cómo cuidar las lengüetas y almacenarlas manteniendo la cantidad correcta de humedad. Sin embargo, son varios los experimentos aparecidos para mejorar las condiciones de vida y el rendimiento de las cañas, como por ejemplo el realizado por Fox (1987) que trata de modificar la composición y configuración química de las fibras de las cañas mediante un nuevo tratamiento, el BFC o Lakin (1975) que realiza un experimento con lengüetas de diferentes oboístas tratando la madera con PEG o Lacy (1988) que se atreve a emparar las palas en agua durante 8 meses.

A partir del s. XX, la aparición de monográficos y guías explicando tanto el proceso de construcción de las lengüetas, como incluso el rebajado paso a paso, ha sido de gran utilidad para alumnos y profesores (*e.g.* Mayer y Rohner, 1953; Sprenkle y Ledet, 1961; Steins, 1964; Artley, 1968; Russell, 1971; Hendrick, 1972; Andraud, 1976; Rothwell, 1979; Girard, 1983; Light, 1983; Larson, 1983; Berman, 1988; Weber y Capps, 1990; Shalita, 2003).

Actualmente, existe una gran cantidad de libros que realizan estudios sobre el oboe, las lengüetas, su historia y evolución, sus características acústicas, etc. (*e.g.* Bigotti, 1974; Bate, 1975; Goossens, 1977; Joppig, 1981; Baines, 1991; Haynes, 2001; Burgess y Haynes, 2004; Ledet, 2008).

#### **1.1.2.1. Herramientas necesarias**

El proceso de construcción de una lengüeta consiste en una serie de pasos bien definidos. A continuación se explican los procesos del atado y del rebajado y se describen las herramientas necesarias.

Las herramientas necesarias para la elaboración de las lengüetas son:

- 1) Navajas (figura 1.1, nº 4), su cuchilla debe estar afilada. Es bueno tener varias debido al uso tan frecuente que de ellas se hace.
- 2) Tudelero (figura 1.1, nº 5), es un punzón de acero pulido perfectamente

redondo que tiene una forma oval en disminución. El uso de esta herramienta no es otro que proporcionar más facilidad al montaje de la lengüeta sobre el tudel.

- 3) Pala (figura 1.1, nº 8), es la caña con forma de la lengüeta.
- 4) Tudeles (figura 1.1, nº 7), tubo cónico sobre los que se montan las palas. Su longitud es de 47 milímetros, aunque existen también de 45 y 46 mm. Su diámetro interior puede variar tanto en su extremo superior como inferior, dependiendo de los fabricantes. Su longitud y los diámetros influyen sobre el timbre, el volumen y la afinación del instrumento.
- 5) Guillotina (figura 1.1, nº 1), es una herramienta con la que se cortan la extremidad y las esquinas de las lengüetas.
- 6) Espátula (figura 1.1, nº 3), es una pestaña de plástico fina y redondeada por los extremos que se coloca en la apertura de la lengüeta con el fin de ayudar a reducir los extremos del raspado tanto como sea necesario.
- 7) Hilo de nailon (figura 1.1, nº 2), necesario para realizar el atado de las palas sobre los tudeles.
- 8) Pie de rey (figura 1.1, nº 6), útil para controlar la longitud de la lengüeta.
- 9) Micrómetro externo (figura 1.2), herramienta para medir el grosor externo de la pala.



Figura 1.1. Herramientas en la elaboración de las lengüetas. 1: guillotina Rieger; 2: hilo de nailon; 3: espátula de plástico; 4: navajas Chiarugi, Graff plegable y Graff fija; 5: tudelero; 6: pie de rey; 7: tudel; 8: palas.



Figura 1.2. Micrómetro de Kunibert Michael

### **1.1.2.2. El atado de las lengüetas**

En primer lugar, la pala se ata al tudel con el hilo de nailon, que nunca debe deshacerse, dando vueltas sobre la pala y el tudel (*cf.* figura 1.3) y procurando apretar bien. El atado debe llegar hasta el final del tudel (por su extremo superior); si la lengüeta no cierra aún cuando llegamos al final, aunque sólo falte una única vuelta para hacerlo, es necesario deshacer el atado a fin de introducir la caña un poco más sobre el tudel, y reiniciar otra vez el atado. Si los lados se juntan antes de que el hilo haya llegado a poco más de medio milímetro del final del tudel, también es necesario deshacer el atado y, entonces, rehacer la lengüeta a fin que pueda cerrarse correctamente. Cuando la lengüeta está bien cerrada por cada lado, un extremo del hilo se pasa por encima, con las vueltas ya hechas, y acaba de cubrir la parte del tudel que está entre el final de la lengüeta y el tudel. Para asegurar que la lengüeta está bien atada, solo es necesario soplar aire por el extremo grande del tudel, y comprobar que la lengüeta retenga bien este aire. Una vez controlado este aspecto, no hay más que proceder al rebajado.

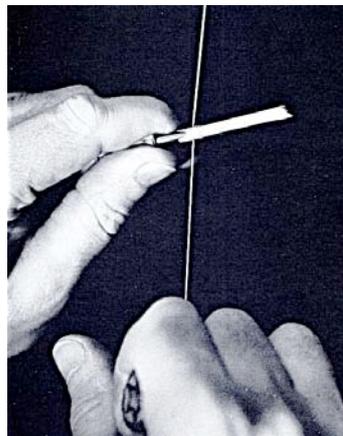


Figura 1.3. Atado de una lengüeta (Sprenkle y Ledet, 1961, p. 78).

### 1.1.2.3. El rebajado de las lengüetas

Primero, con una navaja, se rebaja el esmalte natural de la pala, luego se cortan las pala unos dos milímetros y se coloca la espátula entre las dos láminas. Posteriormente se reduce cada lado en forma de bisel hasta que el final no sea más grueso que el papel de cartas, soplando dentro de ella se debe dar una especie de ronquido. La totalidad de la lengüeta y sobre todo la punta, debe desgastarse de los dos lados de igual forma, en la medida de lo posible, para mantener un equilibrio que aporte a la lengüeta calidad en la sonoridad. Las lengüetas acabadas no están finalizadas, por lo que a menudo se irán rebajando poco a poco para ir habituándolas a las características de cada oboísta.

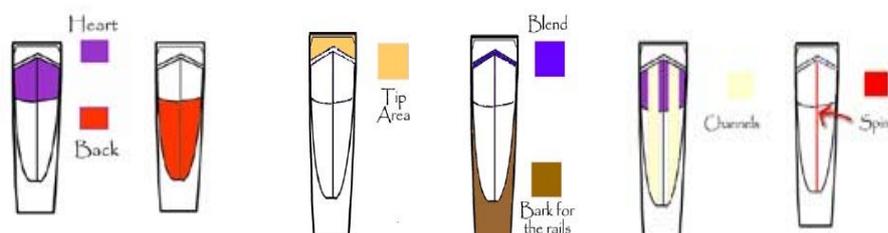


Figura 1.4. Esquema de las diferentes partes de una lengüeta. Heart: centro; Back: parte de atrás; Tip: punta; Blend: parte de atrás de la punta; Channels: canales o lados; Spine: espina central (Shalita, 2003, pp.45-46).

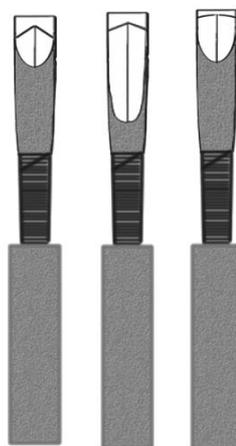


Figura 1.5. Esquema de los tres estilos de rebajado utilizados: francés (izquierda), americano (centro) y alemán (derecha). En las tres lengüetas se puede apreciar claramente las diferencias en la punta y la parte de atrás del rebajado.

### 1.1.3. La lengüeta: historia y evolución

La forma más antigua de lengüeta que se conoce es la lengüeta simple y aunque no han llegado muestras hasta la actualidad, sí han pervivido numerosos instrumentos que detallan cómo eran estas lengüetas (Baines, 1991, p. 190).

Por otra parte, la utilización de la lengüeta doble se remonta hasta la antigüedad. Actualmente existen en los museos algunas muestras de lengüetas dobles de civilizaciones como Egipto, Grecia, Roma, Oriente,... que las utilizaban para sus diferentes instrumentos: el *aulos*, la *tibiae*, etc. (Bate, 1975, p. 11).

La forma de las lengüetas dobles ha ido evolucionando paralelamente al diseño de los oboes, amoldándose así a las características del sonido típico del mismo.

Aunque las instrucciones detalladas sobre cómo era la construcción de las lengüetas empiezan a aparecer en el s. XIX, la mayor parte de esta información es muy superficial, sugiriendo que las más importantes técnicas aún se transmiten de forma oral. Los tratadistas de la época consideraban que el proceso de realización de las lengüetas era ampliamente conocido, por lo que no era necesario escribir sobre ello, pensando quizá que los estudiantes aprendían mejor directamente de la demostración del profesor que de un libro (Burgess & Haynes, 2004, p. 157)

Además, existía una tradición secreta alrededor del proceso de elaboración de las lengüetas que, como las demás artesanías, estaban controladas por el proteccionismo tradicional de los gremios. Una de las grandes frustraciones de Denis Diderot en su *Encyclopédie* fue su intento de reunir la información técnica necesaria para la construcción de lengüetas directamente de los artesanos, una actividad que era desconocida antes de la Ilustración de mediados del siglo XVIII. Las cañas antiguas, no se describían en las fuentes pero sí se dibujaban y se pintaban. Los dibujos muestran, no sólo las proporciones y las formas de las cañas, sino también las dimensiones reales (Haynes, 2001, p. 99 y ss).

Los métodos de oboe como los de Garnier (*ca.* 1800), Vogt (1816-1824), Sellner (1825), Veny (*ca.* 1828), Brod (*ca.* 1825, 1830), Barret (1850), Fahrbach (1843), Salviani (1848), Cappelli (*ca.* 1853) y Marzo (1870), incluyen ilustraciones de las herramientas usadas para realizar lengüetas, así como varias etapas de su manufactura.

Cabe remarcar, ya desde el principio, que los únicos autores que se refieren a un estilo o forma de construcción de lengüetas, haciendo ver por tanto que existían otros estilos, son Brod (1830) y Marzo (1870). Según este último, “destaca la calidad de las **lengüetas de construcción francesa**, que son más convenientes por su flexibilidad aunque le achaca un exceso de cuerpo o entereza que impide la obtención de un sonido más

redondo y, según él, grato. Esa entereza no debe impedir que la lengüeta despida bien y con toda libertad en todo el registro del oboe” (Llimerà, 2006).

El método de Garnier (1800) explica la forma de elaborar las lengüetas, pero en ningún momento habla de la existencia de diferentes formas o estilos de rebajarlas. Sí explica las consecuencias de tener una lengüeta demasiado delgada o demasiado gruesa:

“Si la lengüeta tiene escasa entereza o es muy delgada ciertas notas, como el sol agudo o el fa central, se vuelven inestables. Para corregirlo se debe cortar la punta, para devolver un mayor grado de firmeza a la lengüeta.

Cuando la lengüeta es de grosor excesivo y, consecuentemente, demasiado dura, el oboe difícilmente permitirá emitir sin dificultad el la bemol o el pasaje siguiente. En este caso se debe rebajar la parte del talón de la lengüeta que asoma por encima del tudel.

Los alumnos deben comenzar con lengüetas suaves o flexibles que permitan un mayor control de la misma.”

Vogt (1816-1824), al igual que Garnier, tampoco nombra las diferentes formas de rebajar, sin embargo da indicaciones más detalladas que las de Garnier sobre los problemas que pueden derivar lengüetas excesivamente largas, cortas, anchas, duras, etc.:

“La lengüeta no debe ser ni demasiado larga ni demasiado corta, ni muy ancha ni muy estrecha, ni excesivamente fuerte ni demasiado débil. Su tamaño, su grosor y su fuerza correcta es la que he indicado en la lámina N° [sin determinar].

Cuando esta es muy fuerte, muy ancha y demasiado corta provoca problemas muy graves como son: 1° Una calidad de sonido demasiado fuerte y difícil de matizar. 2° Una articulación dura y penosa. 3° La fatiga de los labios -por la excesiva fuerza con que los labios deben sujetarla- y del pecho -por la gran cantidad de aire que exige de los pulmones-. Debemos señalar, por tanto, estos tres aspectos que pueden producir un gran desánimo en el trabajo del alumno que estudia este instrumento.

Cuando esta es demasiado suave, larga y estrecha, presenta una serie de inconvenientes en sentido contrario. Esto es: 1° Un sonido delgado, difícil de sostener y de controlar en el ataque. 2° Ello producirá una articulación viciada puesto que la lengüeta no ofrecerá la resistencia adecuada a la lengua, origen de los múltiples accidentes [fallos] que hacen insoportable al oboe. Respecto a los labios y aunque no los fatigue, tampoco permitirá una formación correcta de los mismos.”

Sellner (1825) prescinde de detallar la elaboración de las lengüetas al considerar que existen suficientes tratados anteriores al suyo que así lo explican. Ahora bien, al igual que los dos anteriores, recomienda sin hacer mención a ningún estilo de rebajado qué debe permitir una buena lengüeta:

“Una buena lengüeta debe permitir además tocar suave o fuerte, ya sea en el registro agudo o en el grave, y emitir el sonido con facilidad en las transiciones del pianissimo al fortissimo y viceversa. Cada sonido ha de mantener su calidad sin volverse estridente, independientemente de la tesitura y potencia, al mismo tiempo que se ha de notar dentro de una orquesta sin sobresalir por encima del resto de los instrumentos. En resumidas cuentas, un buen sonido, por breve que sea, ha de asemejarse al de un tiple: lamentoso, dulce y penetrante en el dolor, así como picante y brillante tanto en la expresión de júbilo como en los scherzandi.”

Veny (1828) prescinde hablar de las lengüetas, tan solo lo hace para dar consejo a los alumnos:

“El aprendiz que comienza a estudiar el oboe debe hacerlo con lengüetas proporcionadas por su maestro y, sobretodo, que sean suaves y flexibles, para no cansar los labios. No se debe pensar que una lengüeta fuerte produzca mejor sonido [que una suave].”

Brod (1825) en su primer volumen, al contrario que los demás, hace hincapié en las diferentes formas de rebajar las lengüetas por parte de los italianos, alemanes y demás extranjeros respecto a los franceses. Es curioso como Ledet (2008) después incluye a los italianos en el mismo estilo que los franceses:

“Las lengüetas se confeccionan de manera distinta en cada país. Los italianos, alemanes y en general todos los extranjeros las hacen mucho más fuertes que nosotros [los franceses], obteniendo un sonido duro y sordo que desvirtúa la naturaleza propia del instrumento, produciendo una fatigosa y penosa sensación en el oyente. La calidad de sonido que se obtiene en Francia es, sin duda, la mejor y la que aproxima mejor las características del oboe a las del violín.”

En el segundo volumen de su método, Brod (1830) realiza una descripción detallada de cómo elaborar las lengüetas, desde la forma de la pala, el atado, las medidas, etc. hasta la forma final del rebajado externo. Llama la atención que, aun habiendo

explicado la existencia de diferentes formas de rebajar la lengüeta, Brod sólo describe lo que más tarde tanto Rothwell (1979) como Ledet (2008) nombrarán como estilo francés:

“El extremo de la lengüeta debe desgastarse de los dos lados en la medida de lo posible. El raspado no debe sobrepasar de diez a doce milímetros.

Cuando al sonar se tienen problemas con las notas graves es necesario rebajar la lengüeta en la zona A, llamada el talón, y conducir siempre la navaja hasta el final, con el fin de no perfilar desigualdades. Cuando se ataca notas con dinámica fuerte, principalmente el Fa sostenido central, y se escucha un pequeño silbido muy agudo, puede deberse a que la lengüeta esté demasiado rebajada en el extremo B, entonces es necesario recortarla un poco. Aun cuando necesitemos de mucho tiempo para llegar a este punto, debemos repetir esta acción cuantas veces sea necesario sin perder la paciencia.”

Salviani (1848) no detalla la forma del rebajado de las lengüetas sino que, como la mayoría, da unos consejos sobre lo que se debe realizar si la caña se ha rebajado demasiado o demasiado poco:

“Quítese la cáscara y redúzcase hasta que el extremo quede fino. Luego se corta horizontalmente, y se conforma según la línea D. Se prueba, si es demasiado débil se corta un poco de la punta, si es muy fuerte se rebaja para obtener un sonido equilibrado, claro y robusto.”

Barret (1850) habla de la importancia y de la dificultad de la fabricación de las lengüetas por parte de los oboístas pero tampoco explica las diferentes formas de rebajarlas:

“Tres requisitos son necesarios para obtener una buena lengüeta: el acabado, la fiabilidad y la calidad del sonido, aunque es imposible combinarlos al mismo tiempo.”

Actualmente una lengüeta doble consiste en una pala (dos láminas de caña plegadas sobre sí misma), que se une por la cara cóncava sobre un tudel (tubo de metal cónico). Una vez atada, la corteza del esmalte de la caña se retira y se rebaja la superficie. Este rebajado tiene una gran influencia en el comportamiento y la sonoridad de la lengüeta, así como del oboe; es por ello que existen diversos estilos de rebajado dependiendo del oboísta y su concepción estética (The New Grove, Dictionary of Music & Musicians, 1980).

#### **1.1.4. Los diferentes tipos de rebajado y sus escuelas**

Después de haber realizado un exhaustivo estudio sobre diferentes lengüetas de oboístas mundialmente reconocidos, Ledet (2008) en su *Oboe Reed Styles. Theory and Practice* define seis diferentes tipos de rebajado.

Según Ledet, “una escuela de intérpretes es reconocida cuando estos, de una determinada época o lugar, demuestran similitudes en la calidad del sonido y en el estilo de interpretar, que pueden estar relacionados con los principios estéticos y los métodos que emplean (consciente o inconscientemente). Esto significa, intérpretes que tienen una concepción estética similar, los mismos principios respiratorios y de embocadura y que utilizan instrumentos con características similares e incluso idénticas. Y, además, tienen la misma localización musical y utilizan un mismo patrón para construir sus propias cañas englobándose en grupos representativos”.

- 1) El estilo francés se define como aquel que se caracteriza por una longitud total de las lengüetas de 72 mm, un raspado corto (de entre 9 y 13 mm) con su correspondiente pendiente pronunciada y sin quitar nada del esmalte de la parte de atrás de la caña.
- 2) El estilo americano es una modificación del francés y se logró como resultado directo de la construcción de las cañas, la enseñanza, y la experimentación de Marcel Tabuteau durante la primera y la segunda décadas del s. XX. Este estilo llegó a ser predominante en los EEUU en los últimos 30 o 40 años porque muchos de los viejos oboístas del estilo francés se retiraron de las orquestas profesionales norteamericanas, y los instrumentistas jóvenes preferían el sonido producido por las cañas con un raspado largo (14-22 mm) y con el centro de la lengüeta más denso. La punta y la pendiente (en cuanto a su perfil) son más bien cortas, y el esmalte se quita desde la parte de atrás en cantidades variables. La longitud total es generalmente más corta que la de estilo francés para compensar la delgadez causada por el amplio raspado de la parte de atrás.
- 3) Al contrario del americano, el estilo inglés se caracteriza por un raspado muy corto (9 mm) y lados más delgados que las lengüetas del actual estilo francés.

- 4) El estilo holandés se utiliza en conjunción con la embocadura típica holandesa. Estas cañas son necesariamente más cortas en todas sus dimensiones porque el espesor del gubiado (entre 94 mm y 76 mm), la larga punta, la longitud del raspado (12-16 mm), el corazón, y su ancha forma (7'05-8 mm), tienden a producir lengüetas con una afinación más baja (por la poca resistencia que ofrecen al flujo del aire).
- 5) Las cañas del estilo vienés no tienen nada que ver con las anteriormente descritas, ya que están hechas para ser tocadas en oboes vieneses, de construcción muy diferente a los demás, sobre todo por su tubo de gran diámetro. Estas cañas tienen un tudel corto (37-38 mm), con una punta y raspado largos (15-16 mm) y su final en forma de cola de golondrina (W). La resistencia es ligera y la afinación agradable.
- 6) Es posible definir otro estilo menos obvio el cual es una combinación del raspado francés (corto) y del raspado americano (largo). Este es el estilo alemán, cuyas cañas tendrían una longitud del raspado entre corto y medio.

Por otra parte, Rothwell (1979, p.43) en su libro *The Oboist's Companion. Volumen 3. Reed*, sólo diferencia entre el estilo americano y el francés. A las características explicadas anteriormente, Rothwell añade ventajas y desventajas de los dos tipos de rebajado:

- 1) Entre las ventajas del estilo americano, Rothwell explica que el control de la embocadura no es tan crítica como con el estilo francés y que además ofrece una mayor estabilidad en la afinación, mayor facilidad en la emisión de los ataques, en el rango de dinámicas y en la producción de un sonido oscuro. Sobre las desventajas, cabe destacar las críticas que, en ocasiones, puede ofrecer este tipo de sonido demasiado oscuro y pesado. Este sonido suele ser grande, lleno y muy bonito para el oboísta pero puede no proyectar la suficiente calidad y volumen necesarios para las últimas filas de las salas de conciertos, obteniéndose, sin embargo, el efecto contrario al deseado: un sonido más bien pequeño y delgado.
- 2) Con el estilo francés se facilita el picado y la obtención de un corto, ligero y

rápido *staccato*. Una de sus mayores ventajas es la poca resistencia a la columna del aire que estas lengüetas ofrecen, facilitando así la ejecución de largos solos, sin incrementar la fatiga y el esfuerzo. Su peor desventaja es la dificultad para obtener un sonido oscuro y lleno, ya que tienden a producir un sonido brillante característico, proyectando bien pero llegando incluso a molestar en la orquesta. Además, la afinación es menos estable y aumenta la dificultad de controlarla. Estas cañas requieren un gran control muscular de la embocadura. Los ataques suelen ser más duros y la realización de un verdadero *diminuendo* sin que la afinación caiga es tremendamente difícil.

Baines (1991, p. 82) sólo diferencia el final (la base) de las lengüetas: “un final en U (común en Inglaterra) o una pronunciada V (en Francia)”, sin explicar nada respecto a sus efectos en el sonido o en la interpretación. Burgess y Haynes (2004, p.159) hablan sobre los diferentes estilos de rebajado, pero no explican los detalles sobre su construcción o sobre el rebajado.

Steins (1964, p. 26) es uno de los oboístas que sí explica cómo realizar un rebajado alemán y habla sobre el sonido ideal, considerando el francés como el no ideal: “cuando escuchamos un oboe lo preferimos lleno y con un sonido suave. El gusto francés por los colores brillantes ya no se considera internacionalmente como un ideal.”

## **1.2. Objetivos generales**

El principal objetivo de esta tesis es averiguar si las diferentes escuelas de rebajado de las lengüetas influyen en la percepción de los oyentes, en las mediciones acústicas generales y en la propiocepción de los intérpretes.

Para ello, se han realizado dos series de experimentos: uno preliminar con seis lengüetas, tres tipos de escuela de rebajado (alemán, francés y americano), dos oboístas y dos oboes; y otro principal con dieciocho lengüetas, tres escuelas de rebajado (alemán, francés y americano), tres moldes de palas (21, 107 y 168 de Hörtnagl), dos grosores de gubiado interno de palas (57/100 mm y 59/100 mm), diez oboístas y un oboe.

En el segundo capítulo se realiza un estudio de los antecedentes utilizados en esta investigación. Los antecedentes se dividen según los estudios que se han realizado en esta

tesis: percepción tímbrica, acústica de las lengüetas y evaluación interpretativa (propiocepción) y auditiva (percepción).

El estudio preliminar viene explicado en el tercer capítulo, donde se detalla el método utilizado en el experimento y se realiza un estudio perceptivo del timbre y otro acústico. En primer lugar se intenta averiguar si existe o no un patrón de escucha diferente entre los oyentes oboístas y los oyentes músicos no oboístas, utilizando diferentes estímulos musicales variados en complejidad, notas, ataques, etc. En segundo lugar, se miden las lengüetas de forma individual comparándolas con una serie de parámetros acústicos y posteriormente se analizan los resultados de forma global.

El cuarto capítulo está dedicado al estudio principal, donde se detalla el método utilizado y se realiza, además del estudio perceptivo y acústico, un estudio propioceptivo y auditivo. En el estudio perceptivo, en esta ocasión, se realiza un experimento utilizando sólo dos estímulos simples, de una sola nota, normalizados en intensidad y afinación, y sin diferenciar a los oyentes entre oboístas y no oboístas. En el estudio acústico, se miden las lengüetas y se comparan según unos parámetros acústicos, teniendo en cuenta que, en esta ocasión, se añaden otros factores de la construcción de las lengüetas que pueden influir en los resultados acústicos (moldes, y grosores de las palas). Por último, en el estudio propioceptivo y auditivo, se realiza un análisis de las respuestas de los oboístas al terminar las grabaciones (evaluación interpretativa) y se analiza la percepción de los intérpretes a través de un nuevo experimento, donde algunos de los oboístas intérpretes (N=5) escuchan y evalúan sus propios sonidos (autoevaluación auditiva) y los de los representantes de la escuela alemana y francesa (evaluación auditiva). Asimismo, estos resultados se comparan con las mediciones acústicas anteriores, para averiguar si existe algún parámetro acústico que pueda explicar las puntuaciones tanto interpretativas como auditivas. Finalmente se añade un análisis comparando los resultados de la evaluación interpretativa junto a la autoevaluación auditiva.

## ***2. Antecedentes***

## 2.1. Percepción tímbrica

La revisión teórica destaca que unas de las características que diferencian a los estilos de rebajado es el timbre, o la calidad del sonido, independientemente de que unos manuales recomienden uno u otro tipo de sonido (Brod, 1830; Rothwell, 1979). Es necesario pues establecer una definición de timbre y los métodos y resultados que la literatura propone sobre la percepción tímbrica para poder investigar la calidad del sonido de los estilos de rebajado. Identificar el timbre de los diferentes instrumentos musicales o de la voz es uno de los temas que más literatura produce actualmente, existiendo una gran cantidad de estudios de percepción sobre el reconocimiento del timbre de instrumentos musicales.

Existen, además, muchos métodos utilizados en la descripción y en la medición de la percepción de timbre. McAdams (1993) describió seis categorías que se han utilizado específicamente para el timbre de instrumentos musicales: la discriminación, las escalas de evaluación psicofísica (escala semántica o calificación de un atributo verbal), la similitud por comparación (o calificación de proximidad), conjuntos, clasificación e identificación. Estos modelos de descripción y medición del timbre suelen explicar la relación entre las variables de la percepción y de la física (Hajda *et al.*, 1997).

Sin embargo, pocos son los artículos encontrados que tengan en cuenta el proceso de percepción ligado al reconocimiento de algunas de las características del oboe. Russell (1953) (citado por Fitzgerald, 2003), por ejemplo, formuló que los oyentes podían distinguir los diferentes timbres en las interpretaciones oboísticas y propuso que estas diferencias se debían al intérprete, al tipo de lengüeta utilizada y al instrumento en sí. El estudio de Prodan (1977) fue determinar si el “ronquido” que posee una lengüeta cuando se finaliza, influye o no en la calidad del timbre del oboe. Romero *et al.* (2006) realizaron un estudio preliminar del comportamiento de las cañas, con tres tipos de fabricantes de palas diferentes. Grabaron en la cámara anecoica el sonido la<sub>4</sub> (440 Hz) y realizaron un estudio acústico y otro subjetivo, a través de una encuesta a oboístas profesionales, preguntándoles sobre la importancia de la caña en comparación con el instrumento. Los resultados de la encuesta fueron que para los oboístas la caña es más importante que el instrumento y que no existía preferencia por una marca de palas en concreto, siendo la

humedad el factor más influyente en el comportamiento de las lengüetas. Dahl (2001) realizó un test con diferentes cañas a cinco oboístas de reconocido prestigio. No utilizó la diferencia del rebajado como parámetro, sino los cambios en los elementos que forman la estructura de la lengüeta: diversos diámetros del tubo, diferentes casas suministradoras de palas, varios gubiados internos, etc.

El trabajo de Snitkin (1975) se asemeja bastante a esta investigación. Snitkin (1975) examinó brevemente el concepto de la calidad del timbre del oboe, tratando de analizar los efectos de la caña, del intérprete y la capacidad del oyente de discriminar las diferencias en el timbre del oboe. Para determinar si los sujetos podían juzgar cualquier diferencia perceptible en el timbre, Snitkin utilizó a dos oboístas para llevar a cabo una serie de tareas con dos formas diferentes de rebajar el estilo americano. Se rebajaron seis cañas para tener muestras de los dos tipos de rebajado y propuso dos preguntas de investigación para evaluar la triple relación entre oboísta, oyente y lengüeta:

- 1) ¿pueden los oyentes distinguir entre diferentes tipos de rebajados de lengüetas del oboe cuando los mismos extractos son interpretados por el mismo oboístas?
- 2) ¿pueden los oyentes distinguir entre dos oboístas interpretando con la misma lengüeta y el mismo oboe?

Snitkin (1975) reveló que los oyentes podían distinguir los dos tipos de lengüeta, por encima del puro azar pero el grado de discriminación lo consideró insuficiente. Su principal resultado fue que los oyentes podían distinguir dos oboístas diferentes interpretando con la misma lengüeta y el mismo oboe, concluyendo que las características de calidad de sonido de cada oboísta fueron mucho más importantes que las propiedades de la lengüeta para el oyente. (Fitzgerald, 2003).

Jost (1967) combinó un análisis armónico y una investigación semántica para definir las propiedades tímbricas del clarinete. Para ello utilizó tres tipos de clarinetes diferentes y grabó una serie de sonidos que los oyentes escuchaban de forma original y con diferentes dinámicas (*piano*, *forte* y *mezzo-forte*). En los resultados descubrió que el espectro del sonido era importante, además de la frecuencia y de la intensidad, en la

definición de los atributos de la percepción de la intensidad, el volumen y la densidad (Webster *et al.*, 1970).

Figgs (1981) investigó, con siete modelos diferentes de trompeta, siete sonidos aislados y cuatro fragmentos musicales realizados por el mismo intérprete para que los sujetos valoraran la calidad de los sonidos. En los análisis sugirió que existían diferencias significativas que se debían a la particularidad del timbre de la trompeta.

McAdams (1999) analizó espectralmente los sonidos de siete instrumentos musicales; a partir de estos sonidos realizó simplificaciones y combinaciones de los sonidos originales y preguntó a los oyentes si eran capaces de discriminar los sonidos resintetizados simples y los combinados. Los oyentes distinguían cuando se simplificaba la envolvente espectral o la coherencia de la envolvente de la amplitud, pero tenían poca sensibilidad para las simplificaciones en las variaciones de frecuencias de los armónicos, las variaciones o aplanamiento de la frecuencia y en las variaciones de la amplitud. McAdams intentó con este estudio averiguar hasta qué punto ciertos parámetros acústicos podían ser simplificados con respecto a los sonidos originales, manteniendo sus características tímbricas para poder ser discriminados.

Melka (1994) analizó el sonido del trombón a través de una investigación, donde pasó un test de escucha a trombonistas de orquesta. En primer lugar, los trombonistas debían utilizar adjetivos para describir la calidad de los sonidos de los trombones y más tarde diez oyentes comparaban dos pasajes orquestales interpretados por el mismo intérprete y la misma dinámica, con once modelos diferentes de trombón y con la misma boquilla. Uno de los pasajes era un solo tocado en *mf* y el otro un *tutti* tocado en *ff*. Los oyentes debían comparar por pares y agrupar qué par era el que mejor calidad sonora tenía y por qué. Los resultados fueron que la predicción sobre las cualidades del timbre no se pudo comprobar debido a la falta de adecuados juicios de percepción, por lo que Melka (1994) concluyó que no debían hacerse generalizaciones sobre los resultados ya que estaban muy fuertemente arraigados a los sujetos, pasajes musicales e instrumentos y sugirió que sería necesario una serie adicional de experimentos en un contexto más amplio para validar los resultados. Melka *et al.* (1996) también investigaron descriptores verbales para la descripción de las propiedades de los sonidos del violín con estudiantes de cuerda: utilizando hablantes checos y alemanes.

Para investigar los atributos multidimensionales de los timbres musicales, Plomp (1970) extrajo períodos aislados de la parte estable del sonido de nueve instrumentos diferentes (trompeta, trombón, trompa, oboe, fagot, clarinete, violín, viola, cello) y generó estímulos sintetizados para cada instrumento en la nota  $fa_4$  (394 Hz), eliminando cualquier aspecto temporal con el fin de cuantificar la percepción y las relaciones físicas entre las notas. Los resultados obtenidos mediante el escalamiento multidimensional ofrecieron tres dimensiones aplicables a los resultados e indicaron que los tres factores físicos analizados tenía una correlación con las frecuencias de los dos formantes más graves y con el nivel del segundo formante. Wessel (1973) también probó la validez de los resultados de Plomp (1970) para las diferencias físicas entre los sonidos. Usó los mismos instrumentos que Plomp (1970) pero utilizó un sonido más grave:  $mib_4$  (311Hz). Los resultados de Wessel (1973) obtuvieron dos dimensiones explicables: la primera dimensión distinguía las familias de los instrumentos de metal, madera y cuerda, mientras que la segunda dimensión se refería a la “brillantez” del sonido. Wedin y Goude (1972) realizaron el mismo experimento que Plomp (1970) y Wessel (1973) pero utilizaron la nota  $la_4$  (440 Hz) y la flauta en vez de la viola. Los resultados identificaban tres parámetros principales: riqueza de armónicos correspondiéndose al nivel de energía en los agudos a través de los parciales; pobreza de armónicos correspondiéndose a la disminución de la intensidad de los parciales más agudos; e intensidad baja de la frecuencia fundamental con un incremento en la intensidad de los primeros armónicos. Hajda *et al.* (1997) indicó que los resultados de estos tres estudios muy similares no eran consistentes: en el estudio de Plomp (1970) no encontraron los mismos resultados, al haber eliminado los aspectos temporales, mientras que con los estudios de Wedin y Goude (1972) y Wessel (1973) encontraron discrepancias con la longitud y elección de los sonidos utilizados. Hajda *et al.* (1997) sugirieron que podría haber otros factores más destacados que contribuyeran a las diferencias en los resultados, tales como el vibrato, la naturaleza amusical de los estímulos, las condiciones de grabación, la forma de manipular un sonido y la variabilidad en la calidad del sonido entre los intérpretes. Estudios paralelos realizados por Donnadieu *et al.* (1994), Krimphoff *et al.* (1994) y McAdams *et al.* (1995), investigaron sobre los dieciocho sonidos de Wessel (1987).

McAdams *et al.* (1995) realizaron un experimento para mejorar la labor de los dos estudios realizados por Donnadieu *et al.* (1994) y Krimphoff *et al.* (1994), y así estudiar la estructura de la percepción del timbre y los efectos de la formación musical. Noventa y ocho sujetos con diversos grados de formación musical fueron asignados a tres grupos: músicos profesionales, músicos aficionados y no músicos. Se les pidió la tarea de diferenciar los dieciocho sonidos de Wessel (usados por Donnadieu *et al.* 1994) en una escala de nueve puntos. Los análisis estadísticos se realizaron eliminando a diez sujetos que puntuaron de forma muy dispar a la media. Se encontraron cinco subgrupos de sujetos para explicar la aparición de tres dimensiones: el tiempo de ataque largo, el centroide espectral y el grado de variación espectral. El grupo de los músicos dieron respuestas más precisas y concordantes que los no músicos o aficionados. Los nuevos resultados sugirieron que el timbre musical posee características específicas que no se contabilizan por estas dimensiones de percepción compartida.

Cabe destacar también, todos los estudios de Grey sobre la investigación del timbre musical: en 1975, Grey utilizó dieciséis notas diferentes de veinte instrumentos diferentes para investigar las características multidimensionales atribuidas al timbre y unos años más tarde (Grey, 1978), comparó la diferenciación de los timbres del clarinete, la trompeta y el fagot en distintos contextos: en notas aisladas y en pasajes polifónicos.

Otras investigaciones que tienen en cuenta el proceso de percepción son, por ejemplo, la experiencia de Goad y Keefe (1986) que trataron la identificación de los timbres de varios instrumentos grabados en diferentes lugares de una misma sala de conciertos o Lakatos (2000), que realizó una serie de tests a músicos y no músicos con el fin de aislar las principales dimensiones de timbre. Hennig (2008) realizó una experiencia variando el timbre y manteniendo siempre la misma frecuencia, en la que demostró que las variaciones en el tiempo de ataque, en el centro de gravedad espectral y en la atenuación armónica constante provocaban diferencias en la percepción, según el parámetro que se variase. Los estudios de Acevedo (2003) mostraron que un porcentaje elevado de la población no identificaba los instrumentos musicales y no era capaz de asociar su timbre correctamente.

Para la investigación de similitudes entre parejas de instrumentos de viento, Kendall y Carterette (1991) grabaron diferentes sonidos y frases melódicas en la flauta,

oboe, saxofón alto, clarinete y trompeta. Los resultados mediante escalamiento multidimensional mostraron dos dimensiones evidentes y una posible tercera dimensión. Estudios posteriores utilizando atributos verbales (Kendall y Carterette, 1993a, 1993b) demostraron la existencia de dos dimensiones: nasal *versus* no nasal, brillante *versus* no brillante y una posible tercera dimensión: simple *versus* complejo, siendo el oboe el instrumento considerado más nasal, la trompeta el más brillante y el saxofón el más rico. Años más tarde, Carterette y Kendall (1996) y Kendall *et al.* (1999) investigaron la correspondencia de los análisis acústicos (focalizándose en las características, tanto naturales como de sonidos de instrumentos orquestales sintetizados), con el fin de asignar las propiedades acústicas a cualquier diferencia tímbrica percibida para los sonidos de estos instrumentos.

Para resumir, la literatura sobre el timbre suele, pues, utilizar siempre un método de comparación holística o global, ya sea comparando pares de sonidos o agrupando los sonidos por similitud. Estos sonidos deben estar previamente normalizados en altura, intensidad y duración ya que el timbre siempre se define por defecto, como lo que distingue a sonidos normalizados en las otras dimensiones. Por otra parte, no parecen existir estudios que indiquen que los oyentes distinguen de manera consistente el timbre de sonidos obtenidos con un mismo tipo de instrumentos; en particular, los estudios no muestran una diferenciación por lengüeta del oboe.

## **2.2. Acústica de la lengüeta**

El rebajado de la lengüeta no es una ciencia exacta, ya que se realiza a mano y utiliza material natural (la caña) por lo que no puede estar estandarizado, siendo esta característica una excepción en los instrumentos actuales. Por consiguiente, el estudio acústico de las lengüetas ayuda a entender su comportamiento físico respecto a todos los materiales que la componen. Mediante la revisión teórica se intenta conocer las investigaciones realizadas sobre las lengüetas de los instrumentos musicales e incluso sobre los instrumentos musicales en general, para así proponer un método de estudio de los efectos de los estilos de rebajado en las mediciones acústicas.

Existe una gran cantidad de investigaciones acústicas sobre los instrumentos musicales y, más aún, sobre el clarinete y el comportamiento de su caña. Sin embargo, el

funcionamiento de las lengüetas es muy complejo, siendo los materiales y las dimensiones que los forman irregulares y la predicción de su comportamiento es bastante complicado al estar formada por materiales no homogéneos (Heinrich, 1991). Sus propiedades mecánicas son variables y dependen fuertemente de la humedad retenida (Heinrich, 1991; Marandas *et al.*, 1994; Obataya y Norimoto, 1999). Obataya y Norimoto (1999) consideraron que el aumento de la humedad mejoraba la calidad de las cañas y la densidad y la fricción interna, obteniendo así una mejor reacción de las cañas, que poseían una respuesta más rica y suave. Backus (1966) estudió la influencia de seis parámetros en las cañas del clarinete de forma acústica: la rigidez; el grosor en la punta; la amortiguación del material; la distancia entre la punta de la caña y la boquilla (la abertura); las fugas de aire soplado durante la interpretación; y el impacto de la vibración de la caña contra la boquilla (producción de impulsos que se transmiten a los dientes y de allí por conducción ósea a los oídos del artista).

Hirschberg *et al.*, (1991) estudió la forma de la caña a partir de la experiencia de los músicos que se fabricaban sus propias lengüetas. Afirmó que las variaciones de algunas centésimas de milímetro en las dimensiones de la curvatura de los lados podían llevar a un cambio de comportamiento perceptibles por el músico. Hadden y Vas-Dias (1976) realizaron un diseño de cómo debían ser las lengüetas de los oboes antiguos, reconstruidos como versiones del s. XVIII, buscando un diseño óptimo y apoyados en estudios acústicos. Stetson (2011) investigó sobre el modo de vibración de las cañas del clarinete mediante medición holográfica. Anderson (1996) afirmó que la fabricación de las cañas del clarinete por fabricantes no puede igualar la calidad de las cañas hechas a mano por los profesionales, comparando la producción del sonido entre ambas. Benade y Richards (1983) midieron la longitud real resonadora y la frecuencia en una escala de  $do_5$  a  $do_6$ , para averiguar si existía un octava real, una tercera real, etc. Consideraron que muchas veces el volumen diferencial de dos notas a la octava era muy grande y concluyeron que tanto el movimiento de la caña, la amortiguación de la fricción en ésta y los labios del instrumentista, contribuían en el volumen efectivo producido. A su vez, estos elementos eran influenciados por la fuerza de los labios, la rigidez y la elasticidad de la caña, la humedad de la caña y la abertura en la punta de caña cuando la embocadura aún no ha intervenido en la ejecución musical. Como consecuencia de ello, consideraron que para

mejorar la eficacia de las cañas, lo ideal era realizar variaciones en la forma de rebajar las lengüetas (cambios en la rigidez), más que los cambios de la geometría aportados por la modificación de los tudeles. Pinard *et al.* (2003) estudiaron la existencia de una relación directa entre el modo de vibración de las cañas del clarinete y su calidad musical. Clasificaron veinticuatro cañas (Vandoren: V12, grosor 3'5 mm) en un ranking de “muy pobre” y “muy buena”, elegidas al azar de diversas cajas y sin haber sido modificadas ni rebajadas. Dos profesionales del clarinete (solistas de la National Opera francesa y de la Orquesta de París) las probaron con sus propios instrumentos (RC Buffet Crampon) y boquillas (Vandoren B40) y evaluaron la calidad musical resultante, así como la posibilidad y la facilidad de poder hacer vibrar las cañas a través de todo el espectro del clarinete. Los dos clarinetistas, aún con formas diferentes de interpretar, estuvieron de acuerdo en las clasificaciones. Más tarde, realizaron un estudio acústico y prepararon el holográfico indicando cuál era el área de vibración de las cañas cuando están ligadas a la boquilla, obteniendo así los patrones de vibración en seco y en mojado (condiciones de humedad). Concluyeron que existe una relación directa entre la forma de vibrar de las cañas y su calidad sonora y que esto es fácilmente medible gracias a la holografía. Además afirmaron que las esquinas de las cañas del clarinete son muy importantes para la aparición del primer modo de torsión (first torsional mode), al contrario que en la doble caña, donde los cortes o deterioros de las esquinas no influyen para el deterioro de la calidad musical (J. Veragh y A. Leroy, comunicación privada en Pinard *et al.*, 2003). Dalmont *et al.* (2003) consideraron que el comportamiento mecánico de las lengüetas dependía del acoplamiento caña-labios (embocadura), siendo este parámetro muy difícil de medir. Thompson (1979) mostró, después de la realización de varios experimentos sobre el clarinete, que puede haber unos ajustes por parte del instrumentistas sobre la frecuencia de resonancia de la caña de unos dos o tres kHz. Almeida *et al.* (2007) estudiaron el comportamiento físico de la presión en el oboe y en el fagot y lo compararon con los instrumentos de lengüeta simple. Para esta investigación, unificaron el material de las lengüetas utilizado (palas glotín) y decidieron usar una caña ya acabada para poder ser tocada con facilidad. Afirmaron que las lengüetas varían según su edad, condiciones y tiempo de uso y que además existe una gran variedad de rebajados, remarcando que para una investigación futura, deberían realizar el estudio sobre los diferentes rebajados de los oboístas.

Bakus (1963) fue el primero en desarrollar un modelo matemático satisfactorio que describía las pequeñas oscilaciones del sonido en el clarinete y más tarde (Backus, 1974) realizó un trabajo acústico de la influencia de la impedancia en los instrumentos de viento de lengüeta: como el clarinete, el fagot y el oboe. Este estudio fue completado por Plitnik y Strong (1979) donde explicaron la importancia del estudio de las impedancias de los cuerpos de los instrumentos de viento madera, particularmente en el oboe, para el buen entendimiento de la entonación, afinación, calidad sonora e interacción de la lengüeta con el cuerpo del instrumento.

Benade y Gans (1968) fueron los primeros en investigar los aspectos no lineales del clarinete, desarrollando un modelo oscilatorio para los instrumentos de viento en general. Worman (1971) continuó con el trabajo no lineal de Benade y Gas (1968), pero aplicó este modelo directamente al clarinete y, al contrario que Backus (1963), consideró a la caña como un elemento no lineal. Unos años más tarde, la representación más realista del tratamiento de la caña del clarinete, lo realizaron Stewart y Strong (1980): consideraron al clarinete como un simple tubo cilíndrico sin orificios y cerrado por una embocadura. Schumacher (1981), sin embargo, investigó las cañas del clarinete y las trató como un elemento oscilador armónico simple con el que desarrolló un método eficiente para obtener, tras una serie de cálculos, la presión existente en la boquilla, aumentando así las posibilidades de realizar futuros estudios teniendo en cuenta un sistema físico del clarinete más perfecto. Facchinetti *et al.* (2003) realizaron un estudio teórico analizando la relación entre la caña y el clarinete, pero con la diferencia de que no trataron a la caña del clarinete como un sistema no lineal y al tubo como uno lineal, sino que consideraron la caña como un sistema mecánico lineal acoplado al tubo donde la interacción con el instrumentista no se analizó.

Benade y Gebler (1974) realizaron un primer estudio de la influencia de la impedancia en instrumentos de lengüeta cónicos y unos años más tarde, Benade y Kouzoupis (1985) estudiaron acústicamente las envolventes musicales de los espectros de los diferentes instrumentos de la orquesta, encontrando similitudes entre ellos y considerándose que los instrumentos musicales pueden ser comparados en términos del espectro de sonido que producen (Beauchamp, 1999). Sin embargo, todos estos estudios no tienen en consideración el efecto de la columna de aire del intérprete, ya que ésta es

representada como una presión constante. A partir de los estudios de Benade y Hoejke (1982) y Benade (1983), se estudiará la relación entre la impedancia de la columna de aire del intérprete, la impedancia de las cañas, la conductividad a través de éstas y la impedancia del clarinete. Más tarde, Sommerfeldt y Strong (1988) desarrollaron un modelo para el estudio del clarinete teniendo en cuenta la columna de aire del intérprete, las cañas y el clarinete. Lindevald y Gower (1997) completaron el estudio de Hoekje sobre el modo de vibración de las cañas del clarinete.

A partir de los años ochenta, aparecieron más estudios que no sólo tenían en consideración la columna de aire del intérprete, sino que además consideraban el tracto vocal de los instrumentistas como una posible variable. Allen y Strong (1985) estudiaron la influencia del tracto vocal y encontraron una interacción significativa entre el sistema subglotal, la glotis y el sistema supraglotal. Sin embargo, Backus (1985) realizó un estudio para averiguar la influencia del tracto vocal en el timbre de los instrumentos de viento e ideó un sistema para poder medir la impedancia en el tracto vocal en el clarinete obteniendo que la presión sonora en el tracto era menor que la esperada en el clarinete. Después sustituyó el tracto vocal por un sistema de boquilla artificial, mucho más cambiante que el tracto vocal, y observó que los cambios realizados no eran mayores de los esperados, por lo que concluyó que el tracto vocal no influía en el timbre de los instrumentos. Fritz y Wolfe (2005), realizaron un estudio del tracto vocal de los clarinetistas, midiendo la impedancia compleja del espectro de los instrumentistas usando un adaptador dentro de la embocadura del clarinete, descubrieron que la mayoría de los instrumentistas mantienen constante el tracto para la mayoría del rango interpretativo excepto para el registro agudo y para efectos drásticos como el *glisandi* y el *portamento*.

El umbral de oscilación de las cañas en el clarinete ha sido ampliamente estudiado en experiencias como las de Grand *et al.* (1997) y Kergomard *et al.* (2000). Por ejemplo, Fabrice *et al.* (2008) estudiaron primero la estabilidad entre el equilibrio de la caña, la inestabilidad de la embocadura (caña, embocadura e instrumentista) y del propio instrumento. Según sus resultados, dos fueron los componentes que actuaban en los valores del umbral de oscilación: el primero debido a la caída de la presión entre la boca y la embocadura, mientras que el segundo debido al movimiento de la caña. Por otro lado, Dalmont *et al.* (2002) y Atig *et al.* (2004), estudiaron el umbral de extinción. Dalmont y

Gilbert (2005) realizaron una síntesis de estos dos umbrales estudiando el rango dinámico existente en la interpretación del clarinete, es decir, realizaron un estudio sobre el umbral necesario en la oscilación y la extinción de las cañas del clarinete. Mostraron que el rango dinámico del clarinete dependía de dos factores: la presión mínima necesaria para cerrar el canal de la caña en un régimen estático y el balance entre la embocadura y el tubo.

Muchas son las investigaciones que tratan de calcular las oscilaciones y el funcionamiento de las cañas aplicando métodos físicos, sobre todo en las lengüetas simples como en el clarinete, el acordeón y el órgano. Idogawa *et al.* (1988) investigaron acústicamente la vibración de las lengüetas de los instrumentos de viento al insuflarles una presión artificial, tanto creciente como decreciente. Vergez y Caussé (2006) realizaron mediciones acústicas de la influencia del flujo en la caña doble del oboe y Agulló y Barjau (1990) compararon el comportamiento acústico de las lengüetas dobles en instrumentos cónicos (oboe, fagot, chirimía, etc.) con el del clarinete (cilíndrico) y cómo el mecanismo de acoplamiento y el de Bernoulli colaboraban en los instrumentos cónicos, pero no en los cilíndricos. Cottingham (2004) primero y después junto a Dieckman (Cottingham y Dieckman, 2009) realizaron varios estudios acústicos sobre instrumentos exóticos y asiáticos de lengüeta libre. Miller (1999) explicó la construcción del *khaen* y comparó su comportamiento con los instrumentos asiáticos de lengüeta libre mientras que Agos-Esparza *et al.* (2008) estudiaron la influencia de la forma de las cañas de metal en el sonido del *txistu*. Avanzini (2002) realizó un estudio cuantitativo de simulaciones en tiempo discreto de modelos físicos en las cañas simples. Ricot (2005) estudió la excitación aerodinámica y la producción de sonido en el acordeón y Tonon (2009) centró su investigación en el estudio acústico del acordeón y cómo influían sus cañas en la producción del sonido. Behrens *et al.* (2009) investigaron sobre los diferentes modos de torsión en las lengüetas del acordeón. Harris *et al.* (1963) realizaron un estudio acústico del espectro de las caña de la gaita, la influencia de los tubos de resonancia de los armónicos y cómo la longitud de esos tubos afectaba a la frecuencia. El estudio se llevó a cabo con los sonidos de 4 gaiteros, cada uno con su propio instrumento. Ayers y Nordquist (2009) estudiaron los *drones* de las gaitas y la relación entre su forma, la calidad del sonido y la afinación. Miklós *et al.* (2003) explicaron el comportamiento de las vibraciones de las cañas en los tubos de los órganos y años más tarde, (Miklós *et al.*, 2006) realizaron un

estudio de cómo influía la generación del sonido en las lengüetas de los tubos del órgano para así permitir a los constructores de órganos y flautas, obtener el sonido deseado de forma más sencilla. Braasch y Ahrens (1999) realizaron un estudio comparando el comportamiento de las lengüetas de vibración libre y las batientes en el órgano. Cox y Rossing (2002) estudiaron acústicamente el sonido generado en los tubos de un órgano, concretamente en seis tubos, comparando dos tubos de trompeta, dos de oboe, un krummhorn y un rankett. Dalmont *et al.* (2003) mejoraron la caracterización del comportamiento de la boquilla del clarinete para perfeccionar así la comprensión del fenómeno físico. Ricardo da Silva *et al.* (2007) estudiaron la relación en el clarinete entre la interacción del fluido-estructura durante los regímenes de flujo dinámico, y del comportamiento transitorio y de estado estable del sistema en función de la geometría de la boquilla. Farner *et al.* (2005) utilizaron el modelo HBM para los casos de cañas simples y Smyth y Abel (2010) realizaron un estudio acústico sobre las lengüetas. Estos estudios se centran en el comportamiento físico de la lengüeta y sus puntos y modos de vibración, pero sin aportar unos datos acústicos concretos que permitan caracterizar a los diferentes tipos de lengüetas.

Nief *et al.* (2008) cuestionaron la influencia de las paredes del tubo sobre los instrumentos de viento, construyendo un instrumento de lengüeta simplificado, formado por un tubo de latón conectado a una boquilla de clarinete. Desarrollaron un modelo teórico y consideraron que los resultados obtenidos en el instrumento simplificado debían compararse con los instrumentos reales. Los resultados obtenidos en el instrumento simplificado demostraron que la impedancia de entrada podía afectar ligeramente el tono del color del sonido obtenido, pero que era poco probable que ocurriera en los instrumentos reales a excepción de algunos tubos del órgano.

Otro estudio acústico sobre el timbre de instrumentos musicales fue el producido por Dalmont *et al.* (2006) que partieron de la hipótesis que el timbre del saxofón estaba formado por una mezcla del timbre del oboe y del fagot, preguntándose cuál era el verdadero timbre de los saxofones. Realizaron varias grabaciones de notas del saxofón, las analizaron y las compararon con otros instrumentos como el oboe. Baumgart *et al.* (2008) estudiaron la influencia de los bocales en el fagot, comparando el comportamiento acústico de dos bocales en el mismo fagot mediante un soplado artificial. Después experimentaron

con fagotistas, usando siempre la misma lengüeta. Con este estudio determinaron cómo los materiales de construcción de los bocales y el espesor y contorno del mismo influían en el timbre del fagot. Un resultado interesante es que la geometría de los bocales tenía una mayor influencia en el comportamiento acústico (10%) que los materiales de fabricación (2%). Plitnik (2000) estudió la influencia de la *shallot* en el timbre del órgano utilizando tres tipos diferentes: el estilo americano o inglés, el estilo francés y el estilo alemán. Los resultados mostraron que por cada *shallot*, la frecuencia se incrementaba proporcionalmente con el grosor y la proporcionalidad de la presión del aire; además, la frecuencia era inversamente proporcional a la longitud cuando las otras variables se mantenían constantes. Por último, la influencia del tipo y grado de curvatura en la vibración de la lengüeta se examinó brevemente: el aumento de la curvatura de la caña tendía a disminuir la frecuencia de vibración y aumentar la intensidad del sonido mediante la creación de un espectro más rico. Un año antes, Plitnik y Lawson (1999) publicaron un estudio sobre el comportamiento acústico de las diferentes boquillas de la trompa y las preferencias de los trompistas por ellas. Trataron de identificar las cualidades subjetivas más importantes que, probablemente, estuvieran influenciadas por la geometría de la boquilla de la trompa. Las variables psicoacústicas evaluadas fueron: la flexibilidad, el control de la afinación, la facilidad de interpretación, la entonación, la tonalidad (la calidad del sonido producido), rango dinámico, y la claridad del ataque (la suavidad y rapidez en el inicio).

## **2.3. Evaluación interpretativa y auditiva**

### **2.3.1. Evaluación interpretativa**

Con la evaluación interpretativa se analizan las respuestas de los oboístas una vez acabada la interpretación de cada ejercicio. Se quiere averiguar cuál es la sensación del instrumentista cuando interpreta con diferentes lengüetas y, además, cuando lo hace con un estilo de rebajado completamente diferente al suyo. Es importante indicar que se estudia la interpretación y esto es de gran dificultad, ya que no se puede medir directamente lo que hace el oboísta al tocar, sino que se debe pasar por una introspección y una respuesta verbal del oboísta. La revisión teórica establece la definición de propiocepción y la

cantidad de información que ofrece sobre el cuerpo tanto para el músico como para el oyente que visualiza esos movimientos corporales del intérprete.

El término propiocepción fue acuñado por el neurofisiólogo Charles Sherrington (1906) que lo definió como la información que se obtiene del propio cuerpo (Peñalba, 2011, p. 219). Cuando se toca un instrumento musical, las acciones están monitorizadas por la propiocepción, que da información sobre el cuerpo: las manos, brazos, presión, balance, etc. La propiocepción contribuye a la conciencia de uno mismo y determina que la experiencia de escuchar o interpretar es subjetiva en el sentido en que se convierte en pensamiento propio. Asimismo, Gibson (1979, p. 116, citado en Peñalba, 2011, p. 219) consideró que la percepción y la propiocepción eran concurrentes y estaban ligadas al conocimiento en general y al conocimiento musical en particular. Peñalba (2011) explicó que el conocimiento musical se basaba en el cuerpo y aunque consideraba que es un término muy difícil de definir, por su implicación no sólo de diferentes actividades sino también de diferentes niveles de conciencia, fue capaz de dividir el conocimiento en dos tipos de conciencia: primaria y de orden superior. Cuando la música está sonando, el conocimiento musical puede diferenciar entre elementos como el ritmo, la melodía, los instrumentos, etc. Sin embargo, el conocimiento musical también implica emociones, imágenes y memorias, elementos que están estrechamente ligados a uno mismo. De esta forma, la conciencia primaria tiene lugar en los estímulos sensoriales de la percepción, refiriéndose al “estado mental de ser consciente en el mundo” mientras que la conciencia de orden superior se refiere a la percepción de uno mismo, es decir requiere “el reconocimiento por parte del sujeto de sus propias acciones y afectos” (Edelman, 1989, citado por Peñalba, 2011, p. 215). Así pues, la propiocepción es la herramienta a través de la cual podemos ser conscientes del conocimiento musical (Peñalba, 2011, p. 215).

A partir de la definición de la propiocepción, aparece una gran cantidad de literatura que intenta investigar la relación existente entre el aprendizaje musical y el control del cuerpo. Galvao y Kemp (1999) investigaron sobre la relación existente entre la cinestesia y la educación musical, concretamente en la enseñanza de un instrumento musical. Consideraron que la cinestesia y la propiocepción no eran sinónimos y concluyeron que para la práctica instrumental era necesario una correcta ejecución de la motricidad fina, siendo el control cinestésico (unión mente-cuerpo: cambios de posición,

velocidad, etc.) desconocido y de gran importancia, tanto para los profesores como para los estudiantes, aunque estos últimos aún no lo desarrollaban. Además, Galvao (2006) investigó la influencia que la actividad musical podía tener sobre el desarrollo cognitivo de los estudiantes, considerando que se podían ver afectadas las condiciones físicas y psíquicas de los alumnos, porque la interpretación de un instrumento musical es una de las actividades humanas más complejas al tratarse de una actividad cognitiva, emocional y cinestésica. Pederiva (2005) también realizó un estudio para ver la relación existente entre cuerpo e instrumento en el contexto de la enseñanza y el aprendizaje. Los resultados mostraron diferentes significados para el cuerpo, incluyendo cuerpo-instrumento, cuerpo-mente, cuerpo de base, cuerpo, cuerpo-emoción, etc. y afirmó que el modo de concebir el cuerpo influía en la forma de proceder de los profesores en su enseñanza, por lo que indicó la necesidad de cambios en los procedimientos de enseñanza y la revisión de las bases del proceso de enseñanza-aprendizaje en la práctica instrumental.

La memoria motriz es una memoria de control propioceptivo muy importante en la interpretación, por los movimientos empleados en la ejecución musical. La memoria musical ha sido ampliamente estudiada: Hughes (1915), Matthey (1913, 1926), y Giesecking y Leimer (1932/1972) que describieron tres formas principales de memorizar la música: auditiva, visual y cinestésica (Egulaz, 2009). Aiello y Williamon (2002) recogieron las aportaciones de los primeros pedagogos sobre la forma en que los músicos y concretamente los pianistas, memorizaban sus obras. Cuartero y Payri (2010) aplicaron estos tipos de memoria en un experimento con alumnos de piano y Cahn (2008) experimentó con la práctica mental y la física en sesenta estudiantes de jazz concluyendo que el rendimiento del grupo que había utilizado la práctica física era significativamente superior a los de la práctica mental en la tarea más difícil. Highben y Palmer (2003) estudiaron el efecto de dos prácticas mentales en el estudio de una pieza desconocida para pianistas: la auditiva y la motora, y concluyeron que la práctica auditiva era importante para el exitoso desempeño de la memoria.

Muchos estudios han examinado los factores que influyen en el desempeño del aprendizaje de la música. Uno de los factores más importantes es la práctica, siendo los dos componentes más importantes de ésta la información auditiva que los músicos reciben acerca de sus producciones y la información motora que reciben de los movimientos

asociados a la ejecución (Finney y Palmer, 2003; Palmer y Meyer, 2000; Ross, 1985). Finney y Palmer (2003) mostraron que la falta de retroalimentación auditiva durante la práctica de una pieza desconocida no afectaba a la precisión de los pianistas mientras la partitura estaba en frente de ellos, pero la falta de esta retroalimentación auditiva afectó al rendimiento cuando lo interpretaron de memoria. Palmer y Meyer (2000) demostraron que los pianistas noveles eran más dependientes de la información motora (posición de las manos y de los dedos) en el aprendizaje que los pianistas profesionales. Ross (1985) investigó la influencia de esta práctica mental en el trombón.

Los estudios de Feltz y Landers (1983) y Feltz, Landers y Becker (1988) mostraron que la combinación de práctica mental y física podía mejorar los resultados de la práctica física de forma aislada. Schuster *et al.* (2011) realizaron una revisión de toda la literatura en las diferentes disciplinas e intentaron averiguar el efecto beneficioso de la práctica mental si se combinaba con la práctica física. El objetivo de su estudio fue identificar las características y el éxito de una sesión de entrenamiento de práctica mental y comparar los resultados de diferentes disciplinas.

Según Peñalba (2005), existen muchas teorías que le dan al cuerpo y a la acción corporal un papel fundamental en la cognición y que es a partir de la teoría de la metáfora formulada por Johnson (1987, citado en Peñalba, 2005) cuando esta importancia cognitiva del cuerpo se aplica a la teoría de la música. Peñalba (2005) consideró que las experiencias corporales se experimentaban a través de lo que se denominan propiocepciones y que a su vez, éstas “regulan el movimiento, sirven para conceptualizar los esquemas motores, intervienen en la percepción y tienen función de autoconsciencia.” Más tarde, Peñalba (2008) aplicó esta teoría junto a otras dos en la práctica instrumental, estudiando el rol que desempeñaba el cuerpo en la interpretación. Del mismo modo, Vargas *et al.* (2007) consideraron que la información proveniente del procesamiento del propio movimiento corporal, se utilizaba ampliamente en la cognición y que muchos pedagogos como Dalcroze o Suzuki daban una gran importancia a la comprensión del movimiento en la ejecución musical. Sin embargo, afirmaron que esta importancia era más una intuición de pedagogos y músicos, porque el conocimiento sobre la verdadera influencia de la actividad cinestésica y propioceptiva en el entendimiento musical era escaso. Sin embargo, Reed (2007) realizó un estudio para averiguar la relación existente entre el acto de imaginarse la

interpretación y la acción de la interpretación en sí misma, aplicada al clarinete. Concluyó que la propiocepción es el deseo de sentir aquello que va a sonar y esta sensación debe estar en conexión con la ejecución, no sólo para los clarinetistas, sino para todos los músicos. Broughton y Stevens (2008) también investigaron la importancia del movimiento del cuerpo en la ejecución musical, esta vez centrándose en la marimba. Llegaron a la conclusión de que el movimiento corporal crea una información visual que puede influir en la información auditiva que reciben los oyentes.

Juchniewicz (2008) investigó la influencia del movimiento y la interpretación. Ciento doce participantes evaluaron la interpretación de un pianista profesional tocando un extracto musical grabado en tres condiciones físicas de movimiento: sin movimiento, con movimiento de la cabeza y la cara, y con movimiento completo del cuerpo. Se investigó las relaciones de estos movimientos con el fraseo, la dinámica, el rubato y la interpretación general. Los resultados indicaron que los movimientos físicos del pianista aumentaron significativamente las puntuaciones de los participantes de las diferentes actuaciones. Además, cuando los movimientos físicos del pianista aumentaron, también lo hicieron sus calificaciones de fraseo, dinámica, rubato e interpretación musical general. Morrison *et al.* (2009) aplicaron esta investigación a los movimientos expresivos del director en las agrupaciones corales. Dos directores participaron grabando dos pasajes con alta y con baja expresividad. Ciento dieciocho participantes evaluaron la expresividad de la interpretación y la mitad de ellos también evaluaron la expresividad del director. Los resultados mostraron que las puntuaciones más altas en expresividad fueron dadas a las agrupaciones con los directores utilizando movimiento más expresivos.

### **2.3.2. Propiocepción vibrotáctil**

La propiocepción vibrotáctil aborda la influencia que puede tener la propiocepción muscular y la sensación vibrotáctil en la evaluación del sonido en el campo de la interpretación instrumental musical. Los estudios sobre las interacciones entre la audición y el tacto pueden dividirse entre: por una parte, los que estudian la sensación subjetiva de intensidad (generalmente la adecuación de la intensidad sonora y la intensidad de una vibración percibida de manera táctil, Gillmeister y Eimer, 2007; Yarrow *et al.*, 2008), como por ejemplo Schürmann *et al.* (2004) que mostraron que los sujetos percibían con mayor

intensidad sonora los sonidos que iban acompañados con un estímulo vibrotáctil de misma frecuencia; y por otra parte, los estudios basados en la detección o discriminación objetiva de la presencia de una señal en una de las modalidades (Wilson *et al.*, 2009; Yau *et al.*, 2009; Ro *et al.*, 2009). La interacción entre sensación vibrotáctil y audición puede ser parcialmente suprimida cuando todos los estímulos sonoros van acompañados de un equivalente vibrotáctil, con lo que dicha interacción no parece que se produzca en un nivel perceptivo temprano (Yarrow, Haggard y Rothwell, 2008). Estos autores indicaron que el aparente cambio en la sensación auditiva podía no ser estrictamente percepción auditiva, sino simplemente la percepción de un cambio en cualquier estímulo.

La integración de los estímulos auditivos y vibrotáctiles depende de que ambos estímulos estén en la misma frecuencia o sus múltiplos (Wilson, Reed y Braida, 2010) y de que estén sincronizados en el tiempo (Wilson, Reed, y Braida, 2009), pero es independiente a la fase temporal de las señales. En el caso de la interpretación musical, la sincronía y la frecuencia son exactamente las mismas para el sonido y para la vibración, ya que es la vibración del instrumento que genera dicho sonido. Chang y O'Sullivan (2008) extendieron los conceptos que Chion (1998) desarrolló para la audio-visión al campo audio-táctil: sincronización, linearización temporal, enmascaramiento y síncreisis. El fenómeno de síncreisis es particularmente relevante: se puede definir como la síntesis de un nuevo objeto perceptivo único cuando dos informaciones ocurren de manera congruente y sincrónica. Es decir, cuando el instrumentista ejecuta unas notas, forzosamente va a generarse una síncreisis entre sus sensaciones táctiles, su propiocepción corporal para generar esas notas y el sonido que es emitido por el instrumento: cada nota interpretada se convierte en un objeto perceptivo único audio-táctil (y propioceptivo).

O'Sullivan y Chang (2006) indicaron que los humanos eran menos sensibles a las variaciones de frecuencia en el modo táctil respecto al auditivo: por ejemplo, las frecuencias superiores a 250 Hz se perciben como más "lisas" y como generalmente más agudas, y las frecuencias más graves (100-150 Hz) son percibidas como "rugosas" y como zumbidos. Los humanos apenas distinguen táctilmente entre un estímulo de 100 Hz y otro de 110 Hz, mientras que auditivamente la diferencia es muy obvia.

En general el vocabulario del modo sensorial táctil es impreciso y cuando se percibe en paralelo a otro modo (auditivo generalmente) se adoptan las descripciones del otro modo.

La interacción audio-táctil es particularmente relevante en el ámbito de la interpretación instrumental musical, donde el instrumentista debe conseguir un cierto sonido generando y controlando la vibración del instrumento. Es relevante en todas las familias de instrumentos, pero especialmente en los instrumentos de cuerda y aún más en los instrumentos de viento. Destacan en particular los instrumentos de viento que utilizan lengüetas para generar la vibración sonora, ya que el instrumentista debe controlar la tensión en los músculos orofaciales así como la presión de la columna de aire (Schade, 2007). Al mismo tiempo, debe probar el comportamiento de la lengüeta controlando los puntos mínimos y máximos de presión y cantidad de aire que permiten la correcta vibración, lo cual es crucial en instrumentos de doble caña como el oboe. El oboísta debe así ajustar la altura, la intensidad y el timbre del sonido producido utilizando tanto su propiocepción muscular como la sensación vibrotáctil de la lengüeta y el retorno auditivo. Los instrumentistas profesionales y los profesores de instrumento deben evaluar constantemente la calidad del sonido producido por ellos mismos o los alumnos (evaluación auditiva) ligándola al modo de producción del sonido (propiocepción muscular y percepción táctil).

### **2.3.3. Evaluación auditiva**

La evaluación auditiva analiza si las evaluaciones sobre la ejecución y la calidad del sonido de las lengüetas dadas por los oboístas son evaluaciones puramente auditivas o, si por el contrario, existe una parte importante que se debe a la propiocepción y al control de la lengüeta en el momento de ejecutar los ejercicios por parte de los oboístas. Es importante remarcar que la evaluación auditiva no es una tarea de percepción del timbre, sino que es la evaluación de la correcta ejecución de un ejercicio u obra musical y, por consiguiente, contiene cierta subjetividad necesaria para cualquier evaluación musical. La revisión teórica analiza la importancia de la visualización o no del intérprete dentro de las evaluaciones así como las variables que interactúan en las valoraciones de los oyentes.

Uno de los temas bastante concurrentes en la investigación musical sobre la evaluación de las interpretaciones musicales, es la de realizar experimentos utilizando varios grupos de evaluadores que van a disponer de diferentes herramientas para la evaluación. Ejemplo de este tipo de investigación es la realizada por Wapnick *et al.* (1997) que intentaron determinar si el atractivo físico de los cantantes afectaba en la calificaciones de los jueces de sus interpretaciones vocales. Para ello, realizaron tres grupos: un grupo evaluaba sólo con el video y sin la voz; el grupo dos evaluaba tanto la imagen como la voz; y el último grupo sólo evaluaba la voz. Los resultados revelaron un tratamiento significativo por el sexo del cantante y por la interacción de su atractivo físico. En la evaluación de la voz solo, no hubo diferencia en los índices de interpretación entre los cantantes más atractivos y menos atractivos para los cantantes masculinos, pero las calificaciones del grupo audiovisual favoreció significativamente a los cantantes más atractivos respecto a los menos atractivos. Además, los resultados mostraron que, tanto para los cantantes masculinos como femeninos, los evaluadores masculinos eran más severos que las evaluadoras femeninas y que las puntuaciones fueron superiores en el grupo audiovisual que en el grupo de audio solo. Vanweelden y McGee (2007) investigaron la influencia de la raza de los directores en la evaluación por parte de los oyentes de las interpretaciones de música espiritual y occidental. Los resultados mostraron que la raza del director y el estilo de música afectaron significativamente a las puntuaciones. Los evaluadores dieron mayor puntuación al grupo con el director blanco que al grupo con el director negro para el mismo extracto de música occidental. Asimismo, el grupo del director negro fue calificado más alto que el grupo del director blanco al realizar el mismo fragmento de música espiritual. Madsen (2009) estudió la influencia de los modos de presentación de los extractos musicales en la evaluación de los oyentes, para interpretaciones de música coral y de sus directores. Los modos de presentación utilizados fueron: sólo audio, sólo vídeo y audio y vídeo. Los resultados concluyeron que no existían diferencias significativas como resultado de los modos de presentación. Napoles (2009) intentó determinar si la visualización de una partitura musical mientras se escuchaba la música, en oposición a no verla, afectaba en las puntuaciones de los músicos cuando interpretaban fragmentos corales. Utilizó cuatro grupos: un grupo que veía la partitura de los cuatro fragmentos; otro grupo que no veía la partitura; y los otros dos grupos que vieron la partitura para dos de los fragmentos, pero no para los otros dos. Los resultados

indicaron diferencias significativas entre los grupos: el grupo que nunca vio las partituras dio puntuaciones significativamente más bajas que el grupo que vio las partituras de todos los extractos. Por otra parte, Yarbrough *et al.* (1979) compararon el efecto de dos técnicas educativas sobre la mejora de las habilidades en los directores noveles. Para ello, utilizaron el vídeo y realizaron dos grupos: uno de los grupos visualizaba el vídeo después de sus actuaciones junto con un profesor que indicaba los errores efectuados; el otro grupo veía el vídeo por ellos mismos. El grupo de evaluadores puntuaban las interpretaciones antes y después. Los resultados demostraron que no existían diferencias significativas entre las puntuaciones obtenidas por los dos grupos, aunque sí para la mejoría entre el antes y el después.

Las características de los evaluadores han sido estudiadas para ver cómo influyen en la puntuación de las interpretaciones musicales. Así, Kinney (2009) realizó un estudio para averiguar cómo influía la familiaridad y la experiencia musical en la evaluación de las interpretaciones. Los resultados indicaron que tanto la experiencia musical y la familiaridad afectaban significativamente la coherencia interna de los evaluadores y que estos dos factores interactuaban de manera significativa. Hewitt y Smith (2004) estudiaron la influencia de la formación musical de ciento cincuenta evaluadores al puntuar las interpretaciones de seis estudiantes de trompeta. Los resultados indicaron que no destacaban diferencias significativas, con lo que los oyentes sin una formación musical avanzada podían evaluar con los mismos criterios una interpretación musical.

Del mismo modo, las características musicales que influyen en la evaluación de las interpretaciones musicales también han sido estudiadas por diversos investigadores. Geringer y Johnson (2007) investigaron los efectos de la duración, *tempo* y nivel de interpretación en las bandas de música. Para ello, noventa y seis estudiantes de música evaluaron diferentes actuaciones de una banda, que variaba en el nivel de interpretación (secundaria, universidad y profesional), en el *tempo* (rápido y lento), y en la duración (aproximadamente doce, veinticinco y cincuenta segundos). Los resultados no mostraron un efecto principal de la duración de forma aislada, aunque sí hubo una interacción significativa entre la duración, el *tempo* y nivel de interpretación. Las puntuaciones de los oyentes fueron más altas para las duraciones medias y largas en las interpretaciones de los profesionales y universitarios que las duraciones cortas. En contraste, las duraciones

medias y largas fueron calificadas más bajas que los extractos breves para las actuaciones de secundaria y el extracto lento fue evaluado mejor que el extracto rápido sólo para las actuaciones profesionales. Davis (1998) y Yarbrough y Madsen (1998) estudiaron la influencia de los ensayos en las interpretaciones y evaluaciones de los grupos corales. Davis (1998) llegó a la conclusión de que el aumento de los ensayos mejoraba el ritmo y hacía decrecer las explicaciones del director. Duke y Henninger (1998) diseñaron un estudio para comparar los efectos de las declaraciones de retroalimentación negativas en contraste con las explicaciones específicas en la enseñanza de la interpretación musical. Veinticinco alumnos universitarios y otros veinticinco de 5º y 6º de grado interpretaron un tema de memoria. En la mitad de las clases el profesor daba la clase con un *feedback* negativo y en la otra mitad, daba explicaciones concretas con aquello que debían hacer. Todos los alumnos expresaron una actitud positiva y alcanzaron el objetivo final de interpretación a tiempo en todos los casos.

Por otra parte, Geringer y Madsen (1998) intentaron buscar un patrón de evaluación de los músicos sobre las buenas y las malas interpretaciones musicales. Los oyentes escuchaban diferentes extractos musicales y puntuaban varias características musicales (fraseo, expresión, afinación, ritmo, dinámica y calidad sonora), además de dar una puntuación global. Los resultados indicaron que todos los oyentes discriminaron correctamente las buenas y las malas interpretaciones, siendo la afinación el ítem más susceptible en la evaluación. Wapnick y Ekholm (1997) entrevistaron a varios expertos para intentar averiguar los criterios de evaluación de la interpretación vocal. Para ello, se construyó una escala con el fin de poder evaluar a los jueces, que escucharon diecinueve actuaciones diferentes y seis de ella se escucharon dos veces. Los resultados mostraron que los elementos más fiables eran la puntuación global y la precisión de la afinación.

Existen bastantes estudios que intentan averiguar cuáles son las variables que interactúan en las puntuaciones obtenidas por diferentes grupos de música en los festivales organizados en Estados Unidos. Hash (2012) analizó todas las puntuaciones obtenidas por las diferentes agrupaciones desde el año 2008 al 2010 y concluyó que los datos indicaban diferencias significativas en ocho de los dieciocho jurados para las agrupaciones musicales en el año 2010. Del mismo modo, Norris y Borst (2007) compararon dos festivales de diferente importancia por su asistencia y midieron la fiabilidad de las puntuaciones de los

jueces y las diferencias entre esas puntuaciones. Prince y Chang (2005) y Prince (2006) realizaron una serie de investigaciones sobre la evaluación en las puntuaciones de los ensembles de música en los festivales y la relación existente entre la calidad de la dirección y la puntuación general y entre la expresividad de la dirección y la puntuación general. Concluyeron que no encontraron una relación aparente entre la expresividad con las calificaciones del festival, así como tampoco encontraron una relación directa entre las puntuaciones obtenidas por la calidad de la dirección con la puntuación final. Bergee (2007) realizó un estudio donde se evaluaba a ocho intérpretes ejecutando solos musicales. Diez evaluadores cualificados expresaban la calidad de las interpretaciones entre un rango de 0 (pobre) y 10 (excelente). El análisis de datos concluyó que los evaluadores fueron una gran fuente de error, obteniendo una fiabilidad baja, sin existir un patrón de puntuación. Por otra parte, Bergee y Platt (2003), Bergee y McWhirter (2005), Bergee y Westfall (2005) y Bergee (2006) realizaron una serie de experimentos con el fin de encontrar cuáles eran las variables extra musicales (tamaño de la escuela, tipo de evento, nivel económico, etc.) que se daban en el mismo festival de música organizado en diferentes años. Intentaron averiguar qué relación existía entre las puntuaciones obtenidas por el jurado y las variables extra musicales citadas anteriormente. Llegaron a conclusión que, por ejemplo, una interpretación solística, que no se diera al principio del día, de una escuela con un nivel económico alto y de una gran ciudad era ya una predisposición para el éxito en el festival. Continuando con la investigación de parámetros extra musicales que influyen en la evaluación de las interpretaciones musicales, se encuentra también el estudio de Pettijohn y Sacco (2009) que investigaron cuál era la relación entre la elección del número uno del *billboard* con las condiciones sociales y económicas de EEUU entre los años 1995 y 2003. Llegaron a la conclusión que cuando los tiempos económicos y sociales eran relativamente amenazantes, las canciones de mayor duración, con más significado en el contenido, más románticas y más lentas eran las más populares; y que en estas mismas condiciones también eran más populares los artistas con características faciales maduras, ojos más pequeños y caras más delgadas con las barbillas grandes.

3. *Estudio preliminar: percepción tímbrica y  
acústica de la lengüeta*

### 3.1. Introducción

El experimento preliminar consiste en dos estudios: uno perceptivo y otro acústico. A partir de seis lengüetas con tres rebajados diferentes y todos los demás parámetros de construcción de las lengüetas manteniéndose constantes, se realizan los experimentos y se extraen los resultados y las conclusiones.

En el experimento perceptivo, se estudia si existen o no diferencias en el sonido del oboe dependiendo del tipo de rebajado utilizado en las lengüetas. Además, se averigua si puede darse un patrón de escucha diferente entre los oyentes oboístas y los oyentes músicos no oboístas. Según los diferentes tratados teóricos del oboe, como por ejemplo Brod (1830) o Rothewell (1979) los diferentes rebajados otorgan propiedades al sonido tales como “brillante, suave, duro, etc.” (cf. punto 1.1.3 para más detalle), por lo que se intenta demostrar si los oyentes son capaces de discriminar estas características mediante el experimento de percepción.

En el estudio acústico, se realiza una descripción acústica del comportamiento de los diferentes rebajados en las lengüetas del oboe.

### 3.2. Objetivos

El objetivo de este primer experimento consiste en averiguar si los diferentes estilos existentes para la técnica del rebajado de la lengüeta influyen en aspectos técnico-interpretativos del oboe (análisis acústico) y en la percepción de los diferentes timbres por parte de los oyentes (análisis perceptivo).

Se trata, por tanto, de realizar una investigación sobre diferentes ejercicios del oboe: el ataque, el *oscillato*, la afinación, el *staccato*, el doble *staccato*, el *frullato*, la intensidad, la dinámica, los dobles sonidos armónicos y el *legato* (cf. definiciones en el punto 3.3.4).

Para cada una de las cuestiones perceptivas y de realización de la lengüeta, se estudian los siguientes parámetros:

- 1) Tipos de lengüeta: se limitan a tres los estilos de rebajado para, además de reducir el número de combinaciones posibles, centrarse en los estilos que

actualmente se utilizan. Estos tres estilos son: el alemán, el francés y el americano.

- 2) Instrumento e instrumentista: uno de los factores más importantes es la variabilidad que introduce tanto el instrumento como su intérprete. En este caso, la cuestión a tener en cuenta es ante todo la influencia de la lengüeta; sin embargo se debe poder contestar si la variabilidad del instrumentista es mayor que la de la lengüeta, sobre todo para recursos interpretativos no convencionales o complicados. El estudio pues se basa en un solo intérprete, por la existencia de una gran complejidad de variaciones, y se utiliza a un segundo intérprete para detectar si se reproducen las variaciones debidas a la lengüeta o no.
- 3) Recursos técnico-interpretativos: *frullato*, *oscillato*, dobles sonidos armónicos, doble *staccato*.
- 4) Funcionamiento y posibilidades interpretativas del oboe: variaciones de altura e intensidad, velocidad de ataque y precisión, estabilidad y flexibilidad, afinación.

El objetivo es saber si los diferentes oyentes saben diferenciar el timbre del oboe según los diferentes estilos de rebajado de las lengüetas. Para ello, en el análisis, se contestan a cuestiones como: si influyen los diferentes modos de rebajar una lengüeta en la percepción del ataque, el timbre, la afinación, etc.; se averigua qué parámetro tiene mayor importancia, si los diferentes tipos de rebajado o los diferentes intérpretes o qué estilos de rebajado perciben los oyentes como más parecidos.

Se deja fuera de la investigación otros aspectos como el reconocimiento de los diferentes instrumentistas y las escuelas a las que pertenecen, los aspectos técnicos que forman las lengüetas (qué clase de palas se utilizan, qué tudeles, etc.) o la marca comercial de los diferentes instrumentos que se tocan.

### 3.3. Material experimental

#### 3.3.1. Lengüetas

Para la preparación de la experiencia se utilizaron seis lengüetas, dos por cada tipo de estilo de rebajado (figura 3.1), definidos por Ledet (2008): el alemán, el francés y el americano.

Todas las lengüetas mantenían las mismas características en cuanto a grosor y molde de la pala, tudel, longitud, etc.:

- 1) Gubiado interno: 57/100 mm
- 2) Longitud total (atadas): 74 mm
- 3) Longitud total (cortadas): 73 mm
- 4) Diámetro del tubo: 10,25-10,50 mm
- 5) Molde de las palas: RC12
- 6) Fabricante de las palas: *Le Rousseau Chantant*
- 7) Tudel: *Chiarugi 47 2+*

Las lengüetas se realizaron expresamente para este experimento de investigación entre mayo y junio de 2009. Se ataron en total veinticinco lengüetas, construidas todas ellas a partir de palas *Le Rousseau Chantant* y utilizándose para todas el tudel *Chiarugi 2+* de 47 mm. Tanto el gubiado interno de las palas, como el diámetro del tubo y la longitud total (atadas y cortadas) se mantuvo constante en todas las lengüetas. Una vez finalizado el proceso del atado, se rebajaron todas a mano, escogiendo para la grabación las lengüetas con el mejor material.

Las lengüetas seleccionadas fueron terminadas poco a poco durante las dos semanas anteriores al día de la grabación y durante la semana anterior a este día, fueron estudiadas media hora al día para habituarlas al proceso de interpretación, obteniéndose así el mejor resultado posible de todas ellas.

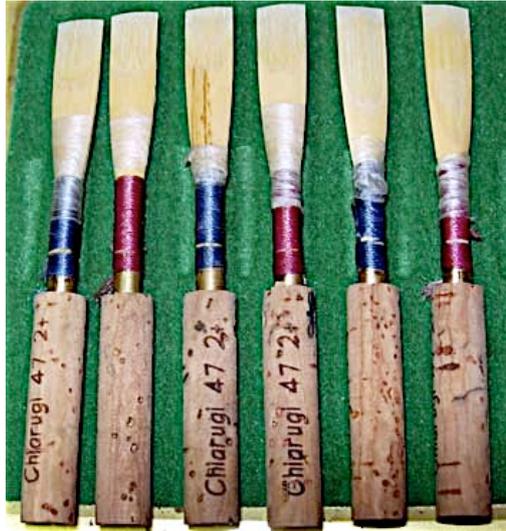


Figura 3.1. Lengüetas realizadas y utilizadas en la grabación del experimento preliminar. De izquierda a derecha: las dos lengüetas alemanas, las dos francesas y las dos americanas.

### **3.3.2. Oboístas**

Los dos oboístas escogidos para la grabación de este primer experimento fueron Fermín Clemente Bo y Carolina Blasco Yepes, ambos alumnos, directa o indirectamente, de la escuela alemana. Ambos intérpretes son profesores y profesionales activos del oboe, por lo que la realización de los ejercicios de forma correcta estuvo garantizada.



Figura 3.2. Fotografías del estudio de grabación en el momento de la grabación de los sonidos, mostrando las posiciones del oboe y el oboísta, y de los cuatro micrófonos.

Los dos intérpretes (figura 3.2) grabaron con oboes Yamaha Custom 831 semiautomáticos, los números de serie son: 3925 y 4371.

### 3.3.3. Grabación

La grabación se realizó el viernes 26 de junio de 2009, a las 16 h, en la sala de grabación del estudio de radio del Campus de Gandia de la Universitat Politècnica de València. Esta sala tiene unas características adecuadas para la grabación de voz e instrumentos, porque ha sido acondicionada para evitar reverberaciones audibles. No es una sala completamente anecoica, ya que produciría unas condiciones de grabación artificiales e incómodas para el instrumentista.

Las condiciones de temperatura y humedad relativa se mantuvieron constantes durante las tres horas de grabación, la temperatura era de 25° C y la humedad relativa del 75%. El mantenimiento de una temperatura constante es muy importante, ya que uno de los problemas que más afectan a los instrumentistas de viento es la temperatura, porque las diferencias en ella pueden provocar cambios en la afinación de las notas (Fletcher y Rossing, 1998, p. 470).

Se utilizaron cuatro micrófonos AKG C451B (figura 3.3) situados uno arriba, otro abajo y dos laterales, uno a cada lado de los intérpretes, que se encontraban sentados.



Figura 3.3. Micrófono AKG C451B usado en la grabación.

Las instrucciones dadas a los dos intérpretes fueron siempre a nivel interpretativo. Los oboístas tenían delante, en un atril, la experiencia definida con los diferentes ejercicios escritos en pentagramas; además disponían de la ayuda de un metrónomo (sólo visual) para los ejercicios establecidos para una velocidad determinada. En ningún momento se dispuso de afinador.

Los oboístas sabían en cada momento con qué tipo de lengüeta estaban interpretando, además de por la forma del rebajado, que las hacía evidente, porque las lengüetas estaban numeradas: f<sub>1</sub>, f<sub>2</sub> para las francesas; g<sub>1</sub>, g<sub>2</sub> para las alemanas y a<sub>1</sub>, a<sub>2</sub> para las americanas.

Para empezar todas las lengüetas fueron humedecidas con agua y después se interpretó con todas ellas unos minutos, adecuándolas así a las condiciones climáticas y de humedad de la sala. Durante la grabación, cuando se cambiaba de lengüeta, se volvía a tocar un poco con la lengüeta correspondiente antes de realizar los ejercicios, para que así no interviniese el factor sorpresa.

Todos los ejercicios se interpretaron seguidos con la misma lengüeta por parte del oboísta principal. Después, se cambiaba de lengüeta para volver a grabarlos. El orden de grabación fue: lengüeta francesa 2, lengüeta francesa 1, lengüeta alemana 1, lengüeta alemana 2, lengüeta americana 2, lengüeta americana 1.

El oboísta secundario grabó los ejercicios de ataque, afinación, *staccato*, dinámica y *legato*, con sólo una lengüeta representativa de cada estilo: francesa 1, alemana 2 y americana 1.

### 3.3.4. Material grabado

Se ha grabado una serie de ejercicios confeccionados expresamente para realizar esta experiencia. Los ejercicios son:

**Ataque:** dar la primera acometida para la producción de una nota.

Se ejecutaron dos notas en los registros grave y sobreagudo (figura 3.4). El ataque se realizó de dos formas: primero con un ataque de lengua (pronunciando la letra “t”) y segundo con un ataque con aire (sin lengua).



Figura 3.4. Ejemplo musical del ejercicio ataque.

**Oscillato:** ligera fluctuación de la afinación hacia arriba y hacia abajo, producida por un *glissando* de rápida evolución en ambas direcciones (Holliger, 1979).

El ejercicio se realiza en un sol<sub>4</sub>, por no ofrecer esta nota dificultad al recurso técnico y poder apreciar mejor las características de flexibilidad de las diferentes lengüetas.

**Afinación:** se suele considerar como la precisión acústica y artística de cantar o tocar, pero tiene un papel indispensable en la expresión musical a través de la inflexión del tono deliberadamente, para crear excitación o tensión, o como un medio de caracterización de un repertorio o un estilo particular de interpretación. Las inflexiones del tono que forman parte inherente de la propia representación se suelen considerar como una cuestión de entonación en lugar de afinación. Por tanto, la *entonación* será el tratamiento de la altura musical en la interpretación (The New Grove, Dictionary of Music & Musicians, 1980).

En este ejercicio se interpretaron el do<sub>4</sub>, do<sub>5</sub> y do<sub>6</sub>, ligados y con una duración de blancas (figura 3.5).

Es importante remarcar que la compensación por parte del intérprete, producida a través de un aumento en la presión de la columna de aire, puede contaminar el objetivo del ejercicio, por lo que a los intérpretes se les ha explicado insistentemente que el cambio de octavas se debe realizar sin buscar la afinación “correcta”, sino la que la lengüeta proporciona.



Figura 3.5. Ejemplo musical del ejercicio afinación.

**Doble *staccato*:** técnica empleada por los instrumentistas de viento madera o metal, para articular las notas separadas en ritmos muy rápidos. La punta de la lengua y la garganta se utilizan alternativamente, formando las consonantes “T” y “K” sucesivamente: ta-ka-ta-ka,... (The New Grove, Dictionary of Music & Musicians, 1980).

Se intenta en este ejercicio apreciar la nitidez del doble *staccato*; para ello se graba un compás de 4/4 en semicorcheas (fa#<sub>5</sub>) y otro compás en corcheas a una velocidad de metrónomo de negra igual a 152 (figura 3.6). A esta velocidad, la utilización del doble *staccato* en el compás de corcheas no es real, ya que este recurso se utiliza para pasajes muy rápidos. La intención al grabarlo también con corcheas es poder apreciar, de forma

más lenta, la nitidez de la lengüeta. La utilización de la nota fa<sup>#</sup><sub>5</sub> responde a la voluntad de facilitar al máximo el ejercicio, ya que es una nota que no ofrece resistencia al doble *staccato*.



Figura 3.6. Ejemplo musical del ejercicio doble *staccato*.

**Frullato:** aparece cuando se realiza una R continua en el paladar, hasta que la R perturba la caña (Holliger, 1979). Se realizó en un re<sub>6</sub> con una R continua en el paladar.

**Intensidad:** la intensidad de un sonido es la cualidad que indica que un sonido es más fuerte o más débil que otro (Calvo-Manzano, 1991). Se graba el arpeggio de sol mayor, ligado y con blancas (figura 3.7).

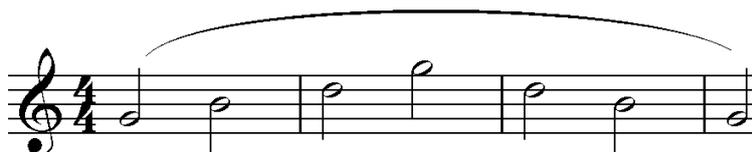


Figura 3.7. Ejemplo musical del ejercicio intensidad.

**Staccato:** “*detached* (separada)”. Nota individual, separada de las demás por un silencio en la articulación. La separación puede estar, pero no siempre, acompañada de un cierto grado de énfasis, y en ocasiones el término puede significar el énfasis, sin separación física. El término puede ser considerado como el antónimo de *legato* (The New Grove, Dictionary of Music & Musicians, 1980).

Se realiza el ejercicio con la nota do<sub>4</sub>, en semicorcheas, compás 4/4 e indicación de velocidad de negra a 120 (figura 3.8). La realización de este ejercicio supone una dificultad tanto por la elección de la nota (el registro grave es siempre más difícil de picar) como por la velocidad (120 empieza a ser el límite entre el *staccato* simple y el doble).



Figura 3.8. Ejemplo musical del ejercicio *staccato*.

**Dinámica:** relación en decibelios entre el matiz más débil y el más fuerte con que puede ser producido un sonido (Calvo-Manzano, 1991).

Se graba un sol<sub>4</sub>, con una duración de tres redondas, a una velocidad de metrónomo de negra igual a 60 y realizando un *diminuendo* progresivo (figura 3.9). El ejercicio empieza con un matiz *fortissimo* (ff) y finaliza con un *pianissimo* (pp).

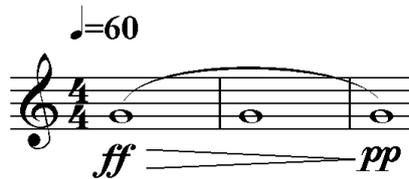


Figura 3.9. Ejemplo musical del ejercicio dinámica.

El sol<sub>4</sub> es una de las notas más problemáticas a la hora de realizar un *diminuendo*, a causa de las características físicas del oboe. Es una nota susceptible a la afinación, por lo que si las lengüetas son demasiado flexibles, óptimas en todo caso para realizar un buen *diminuendo*, la afinación se verá afectada. Es importante remarcar que también para este ejercicio la compensación por parte del intérprete puede “solucionar” el problema de la desafinación, por lo que a los intérpretes se les ha explicado, al igual que en el ejercicio de afinación, la importancia de no compensar mediante el aumento de la presión de la columna de aire.

**Dobles sonidos armónicos:** son una de las posibilidades más ampliamente usadas de multifónicos. La dificultad para lograr estos sonidos radica en el hecho de que la presión labial (y del aire) debe ser medida para atraer dos armónicos de un sonido fundamental que debe ser eliminado. Holliger (1979) define el multifónico como un acorde complejo en donde los parciales no representan múltiplo exacto de una frecuencia fundamental.

Se interpreta a la vez un sib<sub>3</sub> y un fa<sub>5</sub> (figura 3.10). Este ejercicio, a parte de la dificultad añadida que representa realizar un doble sonido, tiene la ventaja de ser uno de los más sencillos, ya que el fa<sub>5</sub> es el armónico (a la treceava: octava más quinta) de sib<sub>3</sub> y se produce con la misma posición de los dedos, sin tener que complicar para nada la digitación.



Figura 3.10. Ejemplo musical del ejercicio dobles sonidos armónicos.

**Legato:** notas sucesivas, unidas sin ningún tipo de silencio en la articulación. En la práctica, la unión o la separación de las notas es relativa, y se han logrado grados de unión y de separación que varían del *legatissimo* (que representa el grado más próximo de unión), *tenuto*, *portamento*, *legato*, *portato*, *non legato*, *mezzo-staccato*, *staccato* (el antónimo natural de *legato*), al *staccatissimo*, llegando algunos de estos términos a tener una connotación más allá de simples grados de unión o de separación (The New Grove, Dictionary of Music & Musicians, 1980).

Para este ejercicio se graban dos compases de 4/4, en corcheas  $sib_4$  y  $sib_3$ , a una velocidad de metrónomo de negra igual a 60 (figura 3.11). Al escoger un cambio de registros del central al grave y, sobre todo con el  $sib_3$  (nota más grave del oboe), se pone al límite la dificultad técnica de este ejercicio, porque se pasa de tener un tubo *quasi* abierto a un tubo completamente cerrado. Una lengüeta muy flexible se adapta rápidamente a estos cambios de registro, al contrario, si la lengüeta es muy rígida, estos cambios se producirán de forma brusca o incluso se cortará el sonido.



Figura 3.11. Ejemplo musical del ejercicio *legato*.

### 3.4. Experimento de percepción

#### 3.4.1. Hipótesis

Si el experimento se centra en las teorías sobre las lengüetas del oboe que han ido surgiendo desde los manuales prácticos, se pueden resumir las diferencias existentes en los diferentes estilos de rebajado en características de elasticidad y rigidez, es decir, que los diferentes estilos de rebajado otorgan a las lengüetas características más o menos flexibles o más o menos rígidas. Los teóricos del oboe (Brod, 1830 y Rothewell, 1979) distinguen

entre el sonido del rebajado alemán al que se asocian descriptivos como “suave”, “lleno”, “duro”, “sordo”, el del francés como “brillante” y “ligero” y el americano como “oscuro”, “grande”, “lleno” y “bonito”. Otros teóricos como Fletcher y Rossing (1998, p. 484) definen el sonido de los instrumentos de lengüeta como la relación existente entre la presión de la columna de aire y la vibración de la lengüeta. Según Fitzgerald (2003) la fuerza de la caña puede tener un efecto dominante sobre la estructura de los formantes: una caña blanda tiene una superficie de vibración y capacidad elástica de recuperación menor que una caña dura (aunque el diámetro del tudel también afecta levemente en la fuerza de la caña). Heptner (1987) analiza diferentes propiedades espectrales de las cañas blandas y duras y afirma que por el rebajado de pequeñas cantidades de madera de las cañas es posible alterar la calidad del timbre y que para muchas personas la diferencia entre las cañas blandas y duras no es objetivamente demostrable, aunque según su experiencia, las cañas blandas y duras pueden ser reconocibles por instrumentistas profesionales.

El sonido de las lengüetas blandas es descrito como “brillante” y por lo general tienen muy pronunciado el área de los formantes, mientras que una lengüeta más dura suele ser descrita como “oscura” o “suave”. Si se parte pues de estas teorías, se obtiene la hipótesis que los diferentes estilos de rebajados influyen en la vibración de la lengüeta y por consiguiente afectan el “color” del sonido, siendo el rebajado francés más “brillante” y rico en agudos, y el alemán más “oscuro” y con más energía en el grave.

En este experimento se estudia si los oyentes son capaces de discriminar estas características que tanto parecen advertir los oboístas. Para ello, se utiliza un test de clasificación libre o escucha holística como tarea de percepción más aceptada en los estudios del timbre, según los estudios descritos por Grey (1977, 1978) o McAdams (1995). En este tipo de tareas, los oyentes agrupan los sonidos de acuerdo a la similitud general percibida. Los experimentos de investigación del timbre, comparan sobre todo las diferencias entre varios instrumentos, pero este método también es adecuado para detectar diferencias tímbricas dentro de los sonidos de un mismo instrumento. Como se explica posteriormente, se normalizan los sonidos en altura e intensidad, así como la duración de los estímulos sonoros, trabajando así con la definición más aceptada de timbre: diferenciación de varios sonidos de igual altura, intensidad y duración.

### **3.4.2. Método**

Como en este experimento se precisaba que los oyentes analizaran las diferencias de timbre y no de altura o intensidad, se normalizaron cada muestra en intensidad y en altura, sin provocar ninguna alteración apreciable del timbre. Se han utilizado las seis lengüetas con las características detalladas en el punto 3.3.1. De todos los ejercicios grabados (*cf.* punto 3.3.4) se agruparon varios ejercicios en cuatro estímulos diferentes. Una vez que los oyentes completaban la agrupación del primer conjunto de sonidos, empezaban a realizar el siguiente, incrementándose cada vez en complejidad y diversidad. Se estableció un orden de presentación de los diferentes estímulos, teniendo en cuenta que las notas aisladas procedían de la frase larga de ocho sonidos. Así pues, como el objetivo era obligar a los oyentes a realizar una escucha reducida tal y como describe Schaeffer (1977), el primer estímulo que realizaban los oyentes eran las notas aisladas y el último, la frase larga. El estímulo *diminuendo* fue el más sencillo de agrupar por parte de los oyentes, ya que tenía menos elementos variantes (no habían diferentes ataques). Los conjuntos sonoros se presentaron en este orden:

- 1) estímulos de la tarea 1: 9 notas largas en *diminuendo*.
- 2) estímulos de la tarea 2: 18 notas cortas graves ( $re_4$ ), atacadas con y sin lengua.
- 3) estímulos de la tarea 3: 18 notas cortas agudas ( $sol_6$ ), atacadas con y sin lengua.
- 4) estímulos de la tarea 4: 18 frases de cuatro notas graves ( $re_4$ ) y cuatro notas agudas ( $sol_6$ ), atacadas con y sin lengua.

Cuarenta oyentes (veinte oboístas profesionales y veinte músicos no oboístas) realizaron la tarea de categorización libre, donde debían agrupar los sonidos en función de su similitud global (escucha holística). La escucha se efectuó de forma individual, con auriculares y con una duración aproximada total de veinte minutos. Los oyentes utilizaron una interfaz interactiva con la que podían escuchar los sonidos tantas veces como necesitasen y arrastrar los iconos como se muestra en la figura 3.12. Además, los oyentes podían escribir en las casillas una descripción de los diferentes sonidos (verbalización libre) siempre que lo creyesen oportuno.

Agrupar los sonidos que se parecen en una misma casilla.

Ataque soplo 	Ataque lengua 		
	Corta sonido antes aire 		
Aire-sonido fin a la vez 			

Figura 3.12. Captura de pantalla de la herramienta interactiva desarrollada para la percepción sonora.

### 3.4.3. Resultados

El primer elemento que se analiza es si los diferentes participantes llegan a un acuerdo en sus respuestas y, por consiguiente, si los criterios son fiables y compartidos. Se utiliza el alfa de Cronbach para medir la concordancia entre los participantes y se observa la concordancia de las respuestas obtenidas: el grupo de los oboístas tiene una mayor coherencia entre los evaluadores, probablemente debido al hecho de que los oboístas están más acostumbrados a escuchar analíticamente los sonidos del oboe y pueden tener criterios comunes adquiridos en el proceso de aprendizaje. Existen además diferencias entre los estímulos *diminuendi* (estímulos de la tarea 1) y el resto, esto puede deberse a que en el *diminuendo* no hay diferentes tipos de ataque, ya que el único parámetro que cambia es el rebajado y el intérprete, minimizando las diferencias en la producción del sonido y provocando que los oyentes no tengan claro el criterio para agrupar los sonidos (tabla 3.1).

Estímulos	Oyentes	Alfa de Cronbach
<i>diminuendo</i>	Oboístas	<b>0,442</b>
	No oboístas	<b>0,554</b>
notas aisladas re <sub>4</sub>	Oboístas	0,782
	No oboístas	0,613
notas aisladas sol <sub>6</sub>	Oboístas	0,780
	No oboístas	0,657
frase	Oboístas	0,845
	No oboístas	0,766

Tabla 3.1. Tabla con los análisis de fiabilidad (alfa de Cronbach) del experimento preliminar (N=20 para todos los casos).

Para averiguar si los diferentes estilos de rebajado de las lengüetas influyen en la percepción de los oyentes, se ha realizado la prueba de  $\chi^2$  de Pearson separando a los oyentes en dos grupos: los músicos profesionales y los oboístas. Se ha comparado si había diferencias significativas en las clasificaciones de los oyentes utilizando los siguientes factores: el oboísta (dos oboístas), el ataque (dos tipos de ataque, a excepción de los *diminuendi* que sólo presentan un tipo de ataque), la lengüeta (seis lengüetas: variabilidad inter-lengüeta e intra-escuela) y los diferentes tipos de rebajado (tres tipos).

Se puede observar en la tabla 3.2 (cf. A.1, A.2, A.3 y A.4. para más detalle), que la influencia de los diferentes intérpretes es muy significativa en todos los casos excepto en dos ocasiones: mientras que en las notas graves el grupo de oyentes no oboístas no es capaz de diferenciar a los dos intérpretes ( $p=,142$ ) y los oboístas los diferencian de forma significativa ( $p=,002$ ), en las notas agudas ocurre todo lo contrario: la influencia del intérprete es significativa en el grupo de sujetos no oboístas ( $p=,005$ ), pero no lo es en los oboístas ( $p=,525$ ).

Como muestran los resultados de la tabla 3.3 (cf. A.5, A.6 y A.7 para más detalle), la influencia de los diferentes ataques es muy significativa en todos los casos ( $p<,001$ ): tanto los oboístas como los no oboístas agrupan teniendo en cuenta los diferentes tipos de ataques utilizados en la interpretación de los ejercicios.

Tests (Pearson) $\chi^2$				
Estímulos	Oyentes	$\chi^2$	gl	Asymp. Sig. (2-sided)
<i>Diminuendi</i>	No oboístas	13,00	1	,000
	Oboístas	11,74	1	,001
Notas graves	No oboístas	2,15	1	,142
	Oboístas	5,27	1	<b>,002</b>
Notas agudas	No oboístas	7,78	1	<b>,005</b>
	Oboístas	,403	1	,525
Frases largas	No oboístas	11,12	1	,001
	Oboístas	48,32	1	,000

Tabla 3.2. Resumen de la prueba de  $\chi^2$  de Pearson comparando las agrupaciones de los dos grupos de oyentes según los diferentes oboístas para los diferentes conjuntos de estímulos.

Tests (Pearson) $\chi^2$				
Estímulos	Oyentes	$\chi^2$	gl	Asymp. Sig. (2-sided)
Notas graves	No oboístas	26,41	1	,000
	Oboístas	247,46	1	,000
Notas agudas	No oboístas	15,46	1	,000
	Oboístas	34,79	1	,000
Frases largas	No oboístas	121,50	1	,000
	Oboístas	317,34	1	,000

Tabla 3.3. Resumen de la prueba de  $\chi^2$  de Pearson comparando las agrupaciones de los dos grupos de oyentes según los diferentes ataques para los diferentes conjuntos de estímulos, excepto para el *diminuendo*.

Por el contrario, cuando se analiza si los oyentes son capaces de agrupar teniendo en cuenta las diferencias entre las lengüetas utilizadas, los resultados muestran en la tabla 3.4 (cf. A.8, A.9, A.10 y A.11 para más detalle), que tanto los oboístas como los no oboístas agrupan teniendo en cuenta estas diferencias: sobre todo en las frases largas, siendo significativo en los no oboístas ( $p=,013$ ) y muy significativo en el grupo de los oboístas ( $p<,001$ ). Cabe destacar que en las notas agudas, las variaciones inter-lengüeta (intra-escuela) son más significativas para los no oboístas ( $p=,046$ ) que para los oboístas ( $p=,113$ ) y en las notas graves sólo son significativas para los oboístas ( $p=,002$ ).

Se resalta que el estilo de rebajado es el elemento que menos diferencias significativas presenta (tabla 3.5, cf. A.12, A.13, A.14 y A.15 para más detalle), apareciendo estas diferencias sólo para las frases de ocho notas en el grupo de oyentes no oboístas ( $p=,020$ ), mientras que en los *diminuendi* se aprecia una diferencia significativa para los oyentes oboístas ( $p=,048$ ).

Tests (Pearson) $\chi^2$				
Estímulos	Oyentes	$\chi^2$	gl	Asymp. Sig. (2-sided)
<i>Diminuendi</i>	No oboístas	,566	1	,452
	Oboístas	3,37	1	,066
Notas graves	No oboístas	,745	1	,388
	Oboístas	9,81	1	<b>,002</b>
Notas agudas	No oboístas	3,99	1	<b>,046</b>
	Oboístas	2,51	1	,113
Frases largas	No oboístas	6,22	1	<b>,013</b>
	Oboístas	18,1	1	<b>,000</b>

Tabla 3.4. Resumen de la prueba de  $\chi^2$  de Pearson comparando las agrupaciones de los dos grupos de oyentes según las diferentes lengüetas para los diferentes conjuntos de estímulos.

<b>Tests (Pearson) <math>\chi^2</math></b>				
Estímulos	Oyentes	$\chi^2$	gl	Asymp. Sig. (2-sided)
<i>Diminuendi</i>	No oboístas	,140	1	,709
	Oboístas	3,91	1	<b>,048</b>
Notas graves	No oboístas	,237	1	,626
	Oboístas	,501	1	,479
Notas agudas	No oboístas	1,43	1	,231
	Oboístas	1,79	1	,181
Frases largas	No oboístas	5,44	1	<b>,020</b>
	Oboístas	,916	1	,338

Tabla 3.5. Resumen de la prueba de  $\chi^2$  de Pearson comparando las agrupaciones de los dos grupos de oyentes según las diferentes escuelas de rebajado para los diferentes conjuntos de estímulos.

Al realizar un escalamiento multidimensional (ALSCAL) sobre las matrices de respuestas de las agrupaciones libres, utilizando un modelo de dos dimensiones, se intenta entender si los oyentes utilizan criterios similares en sus clasificaciones. La variabilidad explicada por estas dimensiones es: RSQ=65% (tarea 1), RSQ=79% (tarea 2) RSQ=76% (tarea 3) RSQ=91% (tarea 4). Solamente en las frases largas la reducción a 2 dimensiones consigue explicar una gran parte de la variabilidad de las respuestas y además se obtienen unas asociaciones claras para las dimensiones: dimensión 1 = tipo de ataque, dimensión 2= instrumentista (figura 3.13).

Los resultados muestran que en todos los estímulos los elementos que más influyen en la percepción de los oyentes son el tipo de ataque y los intérpretes, por lo que se puede afirmar que en este experimento preliminar, no aparece una influencia clara del rebajado en el timbre ni en aspectos de ejecución como la calidad del ataque o la regularidad de las frases.

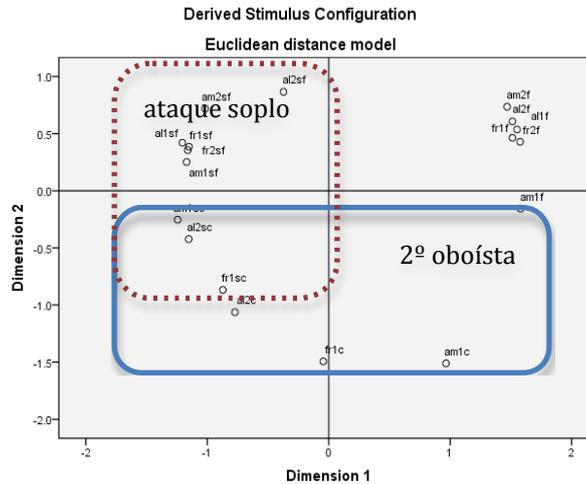


Figura 3.13. Escalamiento multidimensional de los estímulos de la tarea 4 realizado por los dos grupos de oyentes. Las dos primeras letras codifican el tipo de rebajado, la “s” indica un ataque con soplo, la última letra indica el intérprete.

### 3.4.4. Discusión

Si se analizan todos los resultados obtenidos en el experimento preliminar, se puede observar que el escalamiento multidimensional muestra que no emerge una estrategia común para los estímulos de una sola nota, pero que las diferencias de ataque y de instrumento aparecen claramente en las frases largas. Es importante recordar que las notas aisladas (graves y agudas) provienen de las frases largas y que quizás la complejidad y longitud del estímulo hacen que destaquen perceptivamente propiedades diferentes. Los estímulos largos (*diminuendi* y frases) hacen que se distinga más significativamente la diferencia entre intérpretes como se indica en la tabla 3.2. De hecho, una de las restricciones mayores encontradas en los experimentos sobre timbre instrumental es que los estímulos no comparan notas aisladas y frases. En ninguno de los casos, sin embargo, se puede vislumbrar el tipo de rebajado como una de las dimensiones obtenidas. Los resultados muestran que las diferencias significativas se encuentran ante todo en el tipo de ataque, seguido por el intérprete.

### **3.4.5. Conclusiones**

El principal resultado de este experimento es que el estilo de rebajado tiene un mínimo impacto sobre el reconocimiento del timbre. Se partía de la hipótesis de que los diferentes estilos de rebajados en las lengüetas del oboe alteran el “color” de las notas y que estos cambios de “color” pueden ser percibidos por los oyentes.

Después de la realización del experimento relacionado con la escucha del timbre, se concluye que en los conjuntos de estímulos donde se utilizan notas aisladas de corta duración (dos segundos aproximadamente), los oyentes no son capaces de agrupar los sonidos por estilos de rebajado, dando lugar a una concordancia de las respuestas muy baja. Cuando se utilizan ejercicios con sonidos de mayor complejidad y mayor duración (frases y *diminuendi*), se observa que aparece alguna diferencia significativa según el estilo de rebajado. Sin embargo, las mayores diferencias vienen dadas por la distinción de los intérpretes y de los diferentes tipos de ataque, aumentando el valor de la concordancia de las respuestas y apareciendo estos dos factores como una estrategia común en el agrupamiento de los sonidos por parte de los oyentes y en ninguno de los casos, se puede vislumbrar el tipo de rebajado como uno de los factores diferenciados.

Se remarca que el hecho de que las muestras largas y complejas conlleven clasificaciones coherentes puede significar que los oyentes centran su atención en las diferencias técnicas de la interpretación: en este experimento ambos intérpretes informaron que algunos ejercicios eran más fáciles de lograr con un tipo de lengüeta que con otra, y, por ejemplo, en algunos casos se tiene un mayor retraso en el inicio de las notas agudas que se interpretan después de las notas graves, o que algunas notas no son estables más frecuentemente con un tipo de lengüeta que con otra. Los diferentes estilos de rebajado de las lengüetas pueden influir en la capacidad técnica para lograr algunos requisitos técnicos y, por lo tanto, influyen en el rendimiento global, pero no sobre el timbre. La normalización de los sonidos en frecuencia e intensidad también puede ser un factor ante la falta de clasificación de estrategias, ya que estos dos factores son siempre los más importantes para los oyentes entrenados y no entrenados.

En conclusión, el experimento preliminar no encuentra una influencia significativa del estilo de rebajado en la percepción del timbre del oboe confirmándose, por una parte,

los resultados de Russell (1953) (citado por Fitzgerald, 2003) que consideraba que los oyentes podían diferenciar varios timbres en las interpretaciones oboísticas pero siempre gracias a la combinación del intérprete, del tipo de lengüeta y del instrumento utilizado; y por otra parte los de Snitkin (1975) (citado por Fitzgerald, 2003) que concluyó que las características de calidad de sonido de cada oboísta eran más perceptibles para el oyente que las propiedades de la lengüeta.

### **3.5. Estudio acústico**

#### **3.5.1. Hipótesis**

Las características del rebajado para la facilidad y el control de ejecución pueden ser descritas con los conceptos de rigidez y flexibilidad. Los oboístas suelen considerar que las lengüetas alemanas son muy rígidas; las francesas no son ni excesivamente rígidas ni flexibles y las americanas son muy flexibles. Por consiguiente, las lengüetas alemanas son poco flexibles, muy duras en la embocadura del oboísta, con mucha madera, es decir, con más grosor en todas las partes de la lengüeta, y por todas estas características reciben mejor un mayor flujo de aire por parte de los oboístas, consiguen que sus dos palas no se saturen y vibren con toda normalidad ante un *fortissimo* y son las que mayor intensidad sonora consiguen. Se puede pues emitir la hipótesis de una mayor intensidad sonora para las lengüetas alemanas.

Estas mismas lengüetas, suelen ser muy difíciles de controlar con la embocadura, por lo que la interpretación de diferentes ejercicios con este tipo de lengüetas pueden provocar desviaciones de la intensidad en pequeñas cantidades, que no son controlables por el oboísta. Todo lo contrario ocurre con una lengüeta más estable y no excesivamente flexible, como suele ser la francesa. Estas lengüetas son más fáciles de controlar, por lo que la interpretación de los ejercicios será más estable.

La afinación y su estabilidad también siguen estos dos patrones de rigidez y flexibilidad. Uno de los elementos del rebajado que más influyen en la afinación son los laterales de las cañas. Una lengüeta con los lados espesos (las alemanas) nunca caerá en afinación, al tener más madera su ámbito de afinación es menor y sus vibraciones son más agudas. Esto mismo va a proporcionar a las lengüetas alemanas tener menos margen de

inestabilidad. Por el contrario, una lengüeta excesivamente flexible (provocado por la eliminación de la madera en la punta y en la parte de atrás de la caña), como es el caso de las americanas, se caracteriza por ser una lengüeta baja en afinación y con una gran variabilidad en la afinación. La facilidad de vibración también viene determinada por la cantidad de madera que tiene la lengüeta: cuanto más rígida sea una lengüeta mucha más presión y energía por parte del oboísta va a necesitar para poder poner a vibrar las dos palas y así producir el sonido. Se emite la hipótesis que a mayor espesor de madera, las lengüetas estarán más altas en la afinación general, además, serán más estables ante una nota dada, es decir, tendrán menor variabilidad en la afinación y la rapidez para que sus lengüetas vibren al emitir sonidos será más costosa que otros rebajados.

Las lengüetas con mayor flexibilidad, y por tanto las más estables en los ejercicios *oscillato*, *diminuendo* y dobles sonidos armónicos, deberían ser las lengüetas americanas, que se caracterizan por tener un rebajado muy largo, con unas puntas largas y flexibles y un centro más rígido para poder así equilibrar este rebajado tan flexible.

Sin embargo, para los ejercicios que necesitan unas lengüetas muy rígidas por tener que soportar las oscilaciones y los recursos de la lengua de los instrumentistas, como por ejemplo en el ejercicio *frullato*, las mejores lengüetas deberían ser las alemanas. Así mismo, el ejercicio intensidad requiere una lengüeta con un rebajado que admita mucho aire, donde las dos palas no se saturen rápidamente, es decir, una lengüeta rígida como es el rebajado alemán.

### **3.5.2. Respuestas acústicas en función del ejercicio de interpretación**

En una primera fase, se analizan las respuestas acústicas de las lengüetas en función del ejercicio de interpretación, para destacar detalladamente las características de los tipos de rebajado y su conveniencia para las diferentes exigencias de interpretación. Se realizan mediciones acústicas visibles en el espectro, como por ejemplo de los parámetros frecuencia e intensidad. Por otra parte, en los ejercicios ataque, *staccato*, doble *staccato* o *legato*, se realiza el análisis detectando elementos que aparecen en la señal sonora, como las interrupciones del sonido o el tiempo que tarda en estabilizarse el sonido tras el ataque.

### 3.5.2.1. Ejercicios que miden el ataque: ataque, *staccato*, doble *staccato*

En ciertos ejercicios, como en el ataque, el *staccato*, el doble *staccato* no se encuentra un parámetro acústico simple que indique lo que funciona mejor. En estos casos, se pueden detectar elementos de la señal sonora, como las interrupciones del sonido o el tiempo que tarda en estabilizarse el sonido tras el ataque, que son más fáciles de analizar utilizando el espectrograma (*cf* figuras 3.14, 3.15 y 3.16) o las otras representaciones del sonido, en vez de utilizar una medición acústica única.

Los ataques son más estables cuanto más rígida y equilibrada entre todas sus partes es la lengüeta, por lo que las lengüetas como las alemanas y las francesas deben obtener unos buenos resultados, mientras que las americanas deben obtener los peores resultados. Sin embargo, se puede observar en la tabla 3.6 que los diferentes rebajados parecen no influir demasiado en el ejercicio ataque con lengua y en los *staccati*, sino que es más bien la variabilidad de cada lengüeta y de cada intérprete. No obstante, en el ataque con soplo donde el comportamiento de la lengüeta influye más que en el resto de ejercicios por ser un ejercicio más complejo, parece que tanto en el intérprete 1 como en el 2, las lengüetas demasiado flexibles se saturan rápidamente y no pueden vibrar correctamente, apareciendo más errores que en los otros casos.

Se observa que las lengüetas excesivamente flexibles, como las americanas, suelen producir errores en la emisión de las notas (círculo rojo *cf*. figura 3.14) que no se dan en las lengüetas rígidas como las alemanas.

	Ataque lengua	Ataque soplo	<i>Staccato</i>	Doble <i>staccato</i>
Intérp. 1 alemana 1	0	0	1	0
Intérp. 1 alemana 2	0	0	0	1
Intérp. 2 alemana 2	1	0	1	---
Intérp. 1 americana 1	1	3	0	0
Intérp. 2 americana 1	0	3	0	---
Intérp. 1 americana 2	0	1	2	0
Intérp. 1 francesa 1	0	0	1	0
Intérp. 2 francesa 1	2	0	0	---
Intérp. 1 francesa 2	0	0	2	0

Tabla 3.6. Número de errores en el ataque en los ejercicios “ataque (con lengua y con soplo)”, “*staccato*”, y “doble *staccato*”.

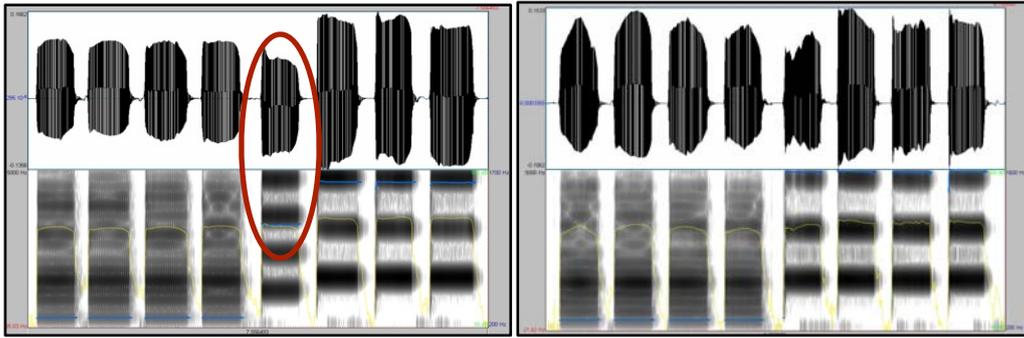


Figura 3.14. Representación en amplitud/tiempo y espectrograma del ejercicio ataque con lengua. Lengüeta americana 1 (izquierda) y alemana 1 (derecha). La línea azul representa la F0 (en Hz) y la línea amarilla la intensidad (en dB).

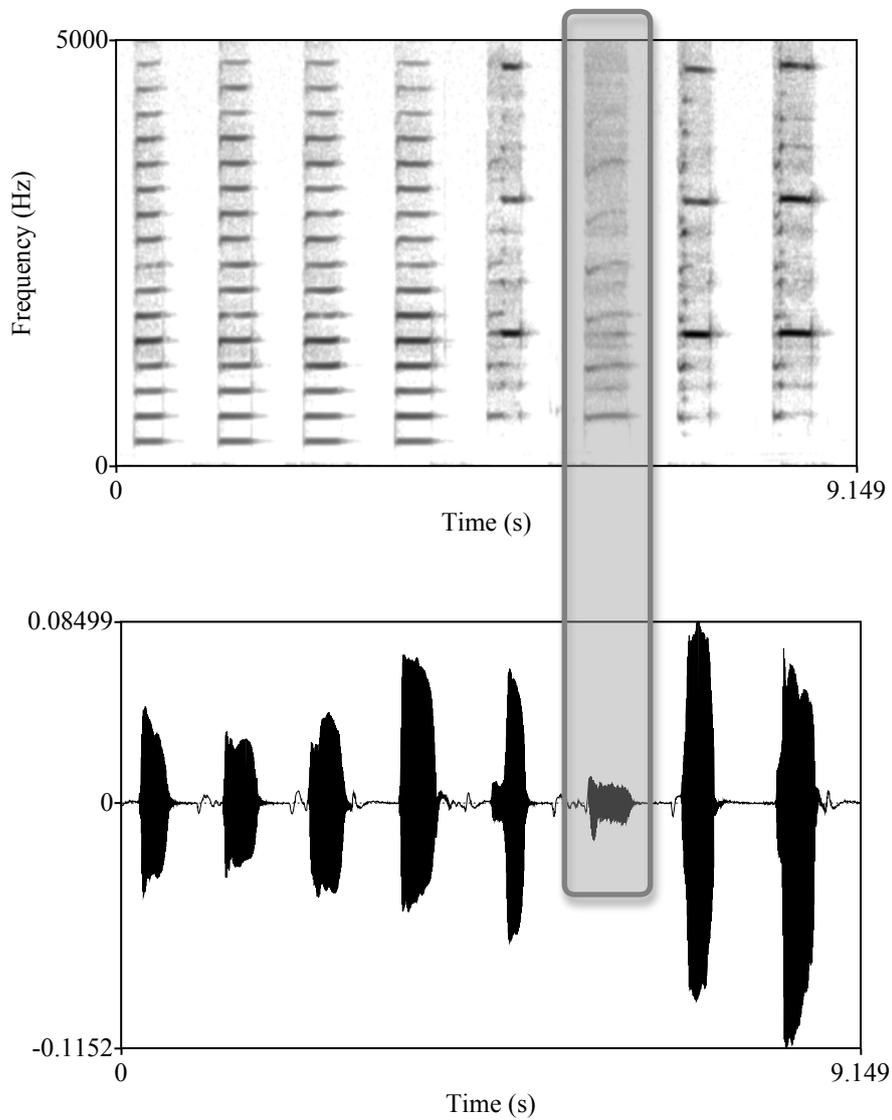


Figura 3.15. Espectrograma (arriba) y representación amplitud/tiempo del ejercicio “ataque con lengua”. Lengüeta francesa 1. Se marca con un recuadro la nota fallida.

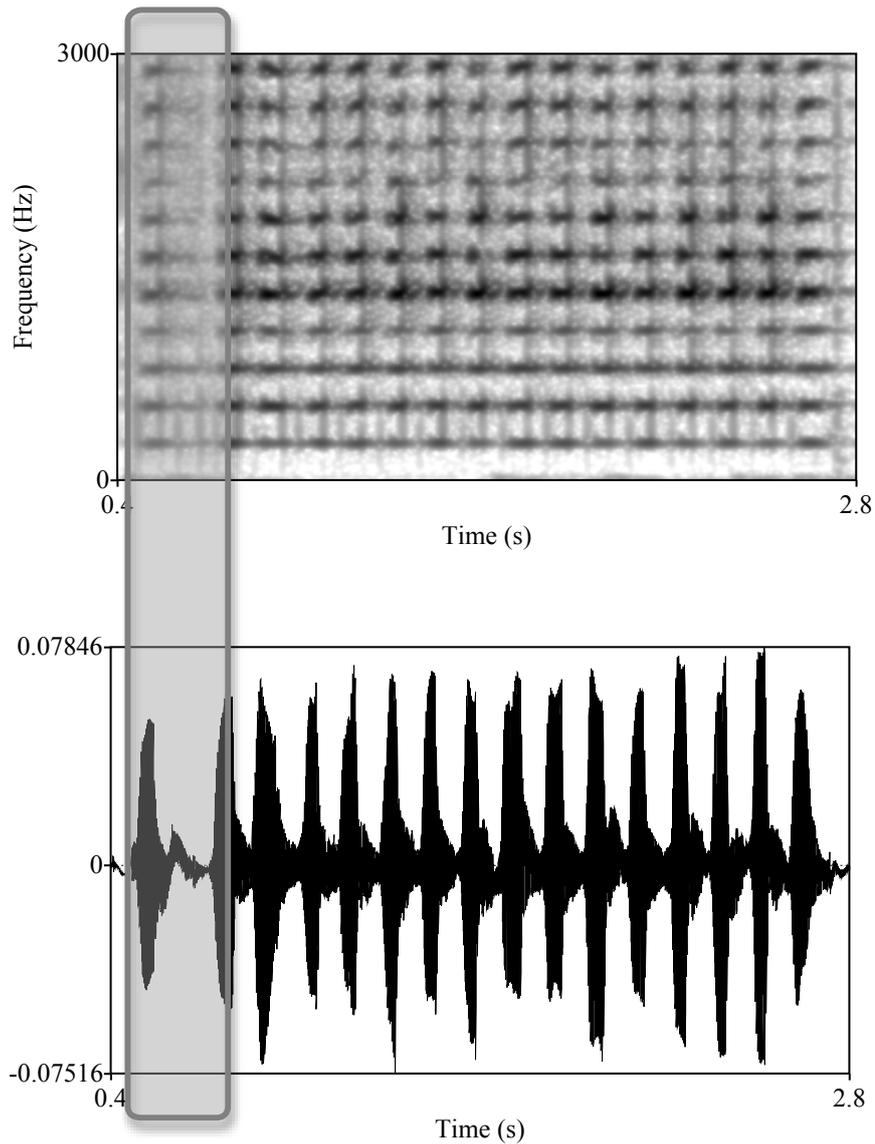


Figura 3.16. Espectrograma (arriba) y representación amplitud/tiempo del ejercicio “*staccato*”. Lengüeta americana 2. Se marca con un recuadro la nota fallida.

### 3.5.2.2. *Legato*

Se observa en el sonograma (figura 3.17) las interrupciones del sonido (círculo rojo) y la aparición del primer armónico en vez de la nota real (círculo verde). Este ejemplo corresponde a una lengüeta alemana, caracterizada por su rigidez y su dificultad para adaptarse a los sucesivos cambios de octava.

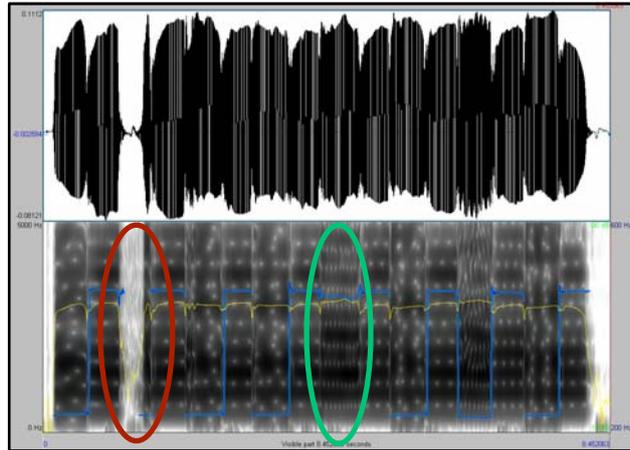


Figura 3.17. Representación en amplitud/tiempo y espectrograma del ejercicio *legato*. Lengüeta alemana 1. La línea azul: F0 (en Hz) y la línea amarilla: intensidad (en dB).

### 3.5.2.3. *Oscillato*

En el *oscillato* se mide la frecuencia máxima y la mínima con sus correspondientes intensidades. La frecuencia mínima se toma de la segunda oscilación, cuando el *oscillato* ya es estable (cf. figura 3.18). En la tabla 3.7 se muestran los resultados obtenidos y se calculan las diferencias de las intensidades para concluir que la lengüeta que mayor amplitud posee en el *oscillato* es la lengüeta americana 1.

Una serie de análisis de varianza (One-Way ANOVA) muestran en la tabla 3.8 que no existen diferencias significativas para este ejercicio dependiendo del factor escuela del rebajado, por lo que se afirma que en el *oscillato* los diferentes tipos de rebajado no influyen de forma significativa.

<i>Oscillato</i>	F0 Max (Hz)	F0 min (Hz)	Intensidad en F0 Max (dB)	Intensidad en F0 min (dB)	Diferencia de F0 (amplitud del <i>oscillato</i> )
alemana 1	397,3	374,9	65,30	66,88	22,4
alemana 2	401,8	385,7	64,20	67,23	16,1
americana 1	398,7	369,9	66,10	63,58	28,8
americana 2	397,3	376,7	65,79	65,08	20,6
francesa 1	394,3	373,3	64,18	65,96	21,0
francesa 2	389,3	361,4	66,17	63,11	27,9

Tabla 3.7. Mediciones de la frecuencia fundamental F0 y de la intensidad sonora en los puntos más agudos y más graves del ejercicio *oscillato*.

<i>Oscillato</i>	df	F	Sig.
Maximum F0	2	4,275	,132
Minimum F0 (2 <sup>nd</sup> oscilation)	2	1,656	,328
Intensity in F0 Max	2	,836	,515
Intensity in F0 min	2	2,633	,219
Delta F0	2	,735	,550

Tabla 3.8. One-way Anova de la frecuencia e intensidad dependiendo del factor escuela de rebajado en el ejercicio *oscillato*.

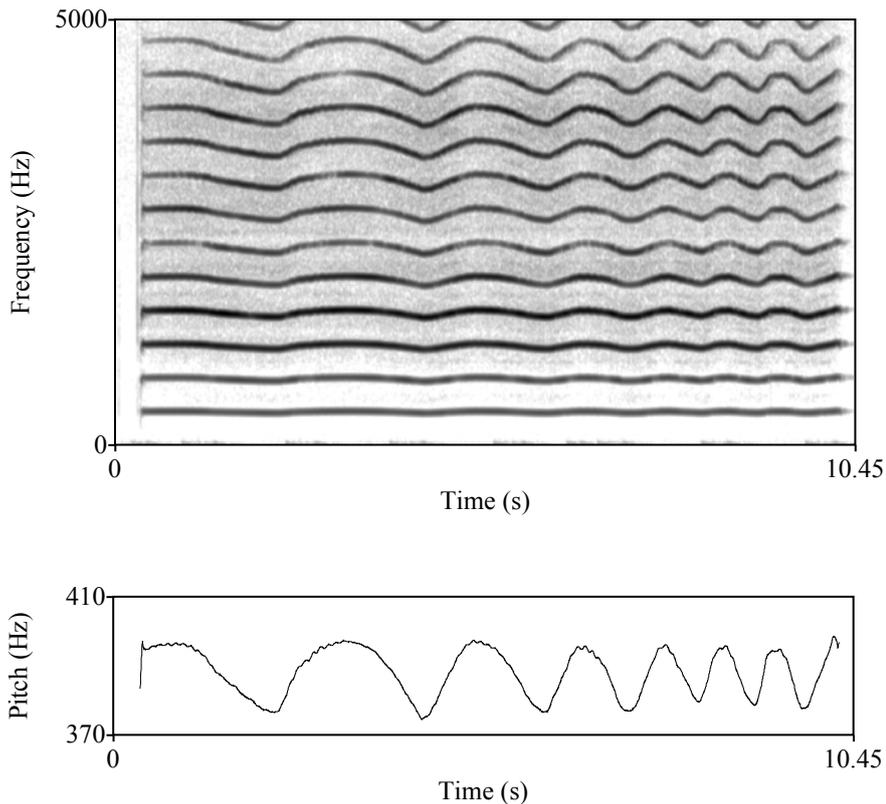


Figura 3.18. Espectrograma (arriba) y frecuencia fundamental (abajo) del ejercicio “*oscillato*”. Lengüeta alemana 1.

#### 3.5.2.4. Afinación

En el ejercicio afinación se miden tanto las frecuencias como las intensidades de las tres notas grabadas. La tabla 3.9 muestra los resultados obtenidos.

En la tabla 3.10 se calcula el intervalo de octava a partir del do<sub>4</sub> dado por los intérpretes con cada lengüeta. Es decir, se toma como base la afinación do<sub>4</sub> de la grabación y se calcula mediante la proporción de la octava, la frecuencia idónea de do<sub>5</sub>. A continuación, se realiza el mismo procedimiento: se toma como referencia la frecuencia del do<sub>5</sub> obtenida en la grabación y se calcula la frecuencia estimada del do<sub>6</sub>. El ratio de frecuencias (F0<sub>1</sub>/F0<sub>2</sub> y F0<sub>3</sub>/F0<sub>4</sub>) indica que cuando la lengüeta se queda baja el resultado

obtenido es mayor que 1, al contrario, si se queda alta el resultado es menor que 1. La lengüeta de afinación perfecta es aquella que da un resultado igual a 1. Se puede observar que la lengüeta que mejor mantiene la afinación de la primera octava es la americana 1 y de la segunda octava la francesa 1, interpretadas ambas por el oboísta 1.

Afinación	F0 do <sub>4</sub>	Inten. do <sub>4</sub>	F0 do <sub>5</sub>	Inten. do <sub>5</sub>	F0 do <sub>6</sub>	Inten. do <sub>6</sub>
Intérp. 1 alemana 1	263,2	65,80	527,0	62,03	1044	64,85
Intérp. 1 alemana 2	266,4	64,20	533,9	61,96	1083	63,28
Intérp. 1 americana 1	262,5	65,39	525,0	63,05	1041	64,74
Intérp. 1 americana 2	261,6	63,63	524,3	61,39	1035	64,68
Intérp. 1 francesa 1	261,8	65,24	526,0	61,62	1045	64,88
Intérp. 1 francesa 2	261,0	64,83	523,9	59,83	1039	64,41
Intérp. 2 alemana 2	264,7	62,71	532,6	56,65	1073	60,27
Intérp. 2 americana 1	261,9	61,61	520,4	55,72	1042	59,91
Intérp. 2 francesa 1	262,1	63,22	525,9	55,91	1044	59,68

Tabla 3.9. Mediciones acústicas de los ejercicios de afinación: frecuencia en Hz e intensidad en dB.

Afinación	F0 do <sub>4</sub>	F0 <sub>1</sub> do <sub>5</sub> estimada	F0 <sub>2</sub> do <sub>5</sub> obtenida	Ratio de F0 (F0 <sub>1</sub> /F0 <sub>2</sub> )	F0 do <sub>5</sub>	F0 <sub>3</sub> do <sub>6</sub> estimada	F0 <sub>4</sub> do <sub>6</sub> obtenida	Ratio de F0 (F0 <sub>3</sub> /F0 <sub>4</sub> )
Intérp 1 aleman 1	263,2	526,4	527,0	0,9988	527,0	1052,8	1044	1,0084
Intérp 1 aleman 2	266,4	532,8	533,9	0,9979	533,9	1065,6	1083	0,9839
Intérp 1 americ 1	262,5	525,0	525,0	<b>1,0000</b>	525,0	1050,0	1041	1,0086
Intérp 1 americ 2	261,6	523,2	524,3	0,9979	524,3	1046,4	1035	1,0110
Intérp 1 frances 1	261,8	523,5	526,0	0,9952	526,0	1047,2	1045	<b>1,0021</b>
Intérp 1 frances 2	261,0	522,0	523,9	0,9963	523,9	1044,0	1039	1,0048
Intérp 2 aleman 2	264,7	529,4	532,6	0,9939	532,6	1058,8	1073	0,9867
Intérp 2 americ 1	261,9	523,8	520,4	1,0065	520,4	1047,6	1042	1,0053
Intérp 2 frances 1	262,1	524,2	525,9	0,9967	525,9	1048,4	1044	1,0042

Tabla 3.10. Ratio de frecuencias entre las frecuencias estimadas y las obtenidas, en Hz.

En la tabla 3.11 se obtienen las desviaciones en cents de las frecuencias de cada octava entre las frecuencias de referencia y las obtenidas en el ejercicio grabado. Se observa que la lengüeta americana 2 mantiene mejor la afinación en el do<sub>4</sub>, la francesa 2 en el do<sub>5</sub> y la francesa 1 en el do<sub>6</sub>. Cabe destacar la diferencia de afinación producida por la lengüeta alemana 2.

Se realizan una serie de análisis de varianza (One-way ANOVA) para los parámetros frecuencia e intensidad dependiendo de los factores: escuela y oboísta (tabla 3.12). Para el factor escuela, existen diferencias significativas en la afinación de las notas do<sub>4</sub> ( $p=,018$ ) y do<sub>5</sub> ( $p=,025$ ). Cabe destacar que el factor oboísta no influye en la afinación, ya que las variaciones de afinación son debidas realmente al rebajado de la caña y no a cómo se interpreta. También es importante destacar que en el parámetro intensidad pasa

exactamente lo contrario: el factor escuela no influye en la intensidad conseguida de las notas, pero sí el factor oboísta, que influye de forma muy significativa en las tres notas realizadas ( $do_4 p=,005$ ,  $do_5$  y  $do_6 p<,000$ ).

Afinación	F0 do <sub>4</sub> refer.	F0 do <sub>4</sub> obtenida	Diferencia	F0 do <sub>5</sub> refer.	F0 do <sub>5</sub> obtenida	Diferencia	F0 do <sub>6</sub> refer.	F0 do <sub>6</sub> obtenida	Diferencia
Intérop 1 aleman 1	261,63	263,2	10,36	523,25	527,0	12,36	1046,5	1044	-4,14
Intérop 1 aleman 2	261,63	266,4	<b>31,28</b>	523,25	533,9	<b>34,88</b>	1046,5	1083	<b>59,35</b>
Intérop 1 americ 1	261,63	262,5	5,75	523,25	525,0	5,78	1046,5	1041	-9,12
Intérop 1 americ 2	261,63	261,6	<b>-0,20</b>	523,25	524,3	3,47	1046,5	1035	-19,13
Intérop 1 frances 1	261,63	261,8	1,12	523,25	526,0	9,07	1046,5	1045	<b>-2,48</b>
Intérop 1 frances 2	261,63	261,0	-4,17	523,25	523,9	<b>2,15</b>	1046,5	1039	-12,45
Intérop 2 aleman 2	261,63	264,7	20,20	523,25	532,6	30,66	1046,5	1073	43,29
Intérop 2 americ 1	261,63	261,9	1,79	523,25	520,4	-9,46	1046,5	1042	-7,46
Intérop 2 frances 1	261,63	262,1	3,11	523,25	525,9	8,75	1046,5	1044	-4,14

Tabla 3.11. Diferencias de frecuencias (cents) entre las frecuencias de referencia y las obtenidas (en Hz).

Afinación: escuela	df	F	Sig.	Afinación: oboísta	df	F	Sig.
F0 do <sub>4</sub> (Hz)	2	8,529	<b>,018</b>	F0 do <sub>4</sub> (Hz)	1	,013	,912
Inten. do <sub>4</sub> (dB)	2	,275	,768	Inten. do <sub>4</sub> (dB)	1	16,552	<b>,005</b>
F0 do <sub>5</sub> (Hz)	2	7,281	<b>,025</b>	F0 do <sub>5</sub> (Hz)	1	,014	,908
Inten. do <sub>5</sub> (dB)	2	,096	,910	Inten. do <sub>5</sub> (dB)	1	71,197	<b>,000</b>
F0 do <sub>6</sub> (Hz)	2	4,601	,061	F0 do <sub>6</sub> (Hz)	1	,174	,689
Inten. do <sub>6</sub> (dB)	2	,010	,990	Inten. do <sub>6</sub> (dB)	1	141,177	<b>,000</b>
Oboísta	2	,000	1,000	Escuela	1	,000	1,000

Tabla 3.12. One-way Anova de la frecuencia y la intensidad dependiendo del factor escuela (izquierda) y oboísta (derecha) en el ejercicio afinación.

### 3.5.2.5. Frullato

La medición del *jitter* y del *shimmer* sirve para analizar el *frullato* ya que proporciona datos objetivos sobre la estabilidad de un sonido tanto para su frecuencia como para su intensidad:

- 1) el *jitter* es el porcentaje en la variación de altura respecto de la fundamental media en una ventana temporal. Muestra la inestabilidad en la afinación.
- 2) el *shimmer* es el porcentaje en la variación de intensidad en una ventana

temporal. Muestra la inestabilidad en la intensidad.

La tabla 3.13 muestra que tanto la lengüeta alemana 1 como la francesa 2 son las que permiten un mejor efecto del *frullato*.

<i>Frullato</i>	<i>Jitter (local %)</i>	<i>Shimmer (local %)</i>	Frecuencia (Hz)	Intensidad (dB)
alemana 1	<b>1,132</b>	<b>10,163</b>	1182	61,45
alemana 2	0,546	8,052	1222	70,78
americana 1	0,523	5,727	1189	65,86
americana 2	0,296	2,079	1191	58,84
francesa 1	0,253	2,982	1180	67,99
francesa 2	<b>0,762</b>	<b>9,332</b>	1188	61,15

Tabla 3.13. Medidas acústicas del ejercicio *frullato*.

El análisis de varianza (One-way ANOVA) muestra en la tabla 3.14 que no existen diferencias significativas para la frecuencia ( $p=,602$ ) y la intensidad ( $p=,804$ ) en este ejercicio.

<i>Frullato</i>	df	F	Sig.
Jitter (local %)	2	,930	,485
Shimmer (local %)	2	1,07	,371
Frecuencia (Hz)	2	,604	,602
Intensidad (dB)	2	,235	,804

Tabla 3.14. One-way Anova de la frecuencia e intensidad dependiendo del factor escuela en el ejercicio *frullato*.

En la figura 3.19 se puede observar claramente este ejercicio. La intervención de la lengua para la pronunciación de la nota “r” provoca que las representaciones de la amplitud/tiempo y de la intensidad no sean una onda ni una línea estable, sino todo lo contrario, más bien un trémolo con numerosos picos que demuestran la inestabilidad de la frecuencia (*jitter*) y de la intensidad (*shimmer*).

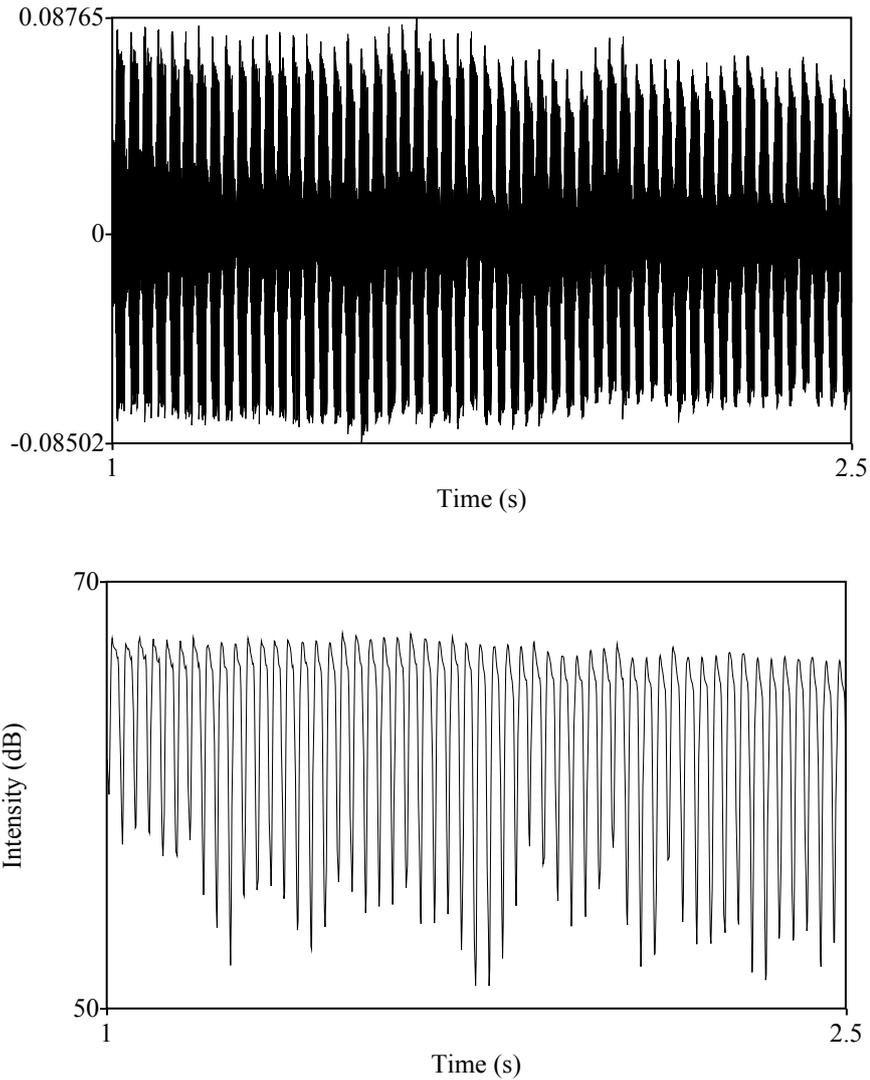


Figura 3.19. Representación de la amplitud/tiempo (arriba) y media de la intensidad en dB (abajo) del ejercicio “*frullato*”. Lengüeta alemana 1.

### 3.5.2.6. Intensidad

La percepción de la potencia sonora esta relacionada con la intensidad del sonido. Para este ejercicio se ha medido acústicamente tanto la intensidad máxima como la mínima en todo el pasaje musical. Se puede observar en la tabla 3.15 que la lengüeta con mayor potencia sonora es la lengüeta alemana 2.

<b>Intensidad</b>	<b>Intensidad máxima</b>	<b>Intensidad mínima</b>	<b>Diferencia de Intensidad</b>
alemana 1	74,36	66,30	8,06
alemana 2	72,47	61,29	11,18
americana 1	76,43	66,60	9,83
americana 2	74,22	66,02	8,20
francesa 1	74,29	66,36	7,93
francesa 2	73,91	65,04	8,87

Tabla 3.15. Medidas acústicas del ejercicio intensidad, en dB.

El análisis de varianza de un factor (One-way ANOVA) (tabla 3.16) muestra que no existen diferencias significativas por tipo de rebajado en el parámetro intensidad: intensidad máxima ( $p=,391$ ) e intensidad mínima ( $p=,541$ ). Al igual que ocurría en el ejercicio afinación, el factor escuela no parece influir en la intensidad general del sonido del oboe.

<b>Intensidad</b>	<b>df</b>	<b>F</b>	<b>Sig.</b>
Intensidad máxima (dB)	2	1,306	,391
Intensidad mínima (dB)	2	,760	,541

Tabla 3.16. One-way Anova de la intensidad dependiendo del factor escuela en el ejercicio intensidad.

### **3.5.2.7. Diminuendo**

En el ejercicio dinámica se ha medido la frecuencia inicial estable y la última frecuencia medible para poder cuantificar la desafinación que se produce. Esta desafinación se puede observar más fácilmente en la figura 3.20 con la representación del espectrograma (arriba) y de la frecuencia fundamental (abajo), apreciándose cómo la curva que representa la frecuencia fundamental soporta un desnivel hacia abajo en la afinación. Además, como lo más importante en la dinámica es saber cuántos decibelios puede llegar a disminuir una lengüeta (*cf.* figura 3.20-centro), se acompaña a las mediciones de frecuencia, las de la intensidad máxima y mínima en el periodo estable. El último dato recogido es la intensidad en la última parte de la nota, cuando ya no puede ser considerada una nota de calidad, sino más bien un temblor. La elección de la frecuencia inicial estable en vez de la frecuencia inicial se debe a que, tanto en la voz como en los instrumentos de afinación libre, se suelen producir cambios en la frecuencia durante la emisión de una nota. Aunque en muchas ocasiones estos cambios son mínimos, influyen de una manera decisiva en la afinación de la primera nota.

Dinámica	F0 sol <sub>3</sub>	F0 inicial	Diferencia (F0 medido/F0 de referencia)	F0 final	Diferencia (F0 medido/F0 de referencia)	Inten. máx.	Inten. final estable	Amplitud
Intérop. 1 alemana 1	392	397,7	24,99	391,1	-3,98	71,67	43,83	27,84
Intérop. 1 alemana 2	392	399,3	<b>31,94</b>	391,9	-0,44	68,46	41,67	26,79
Intérop. 1 american. 1	392	395,0	13,20	390,0	-8,86	69,60	40,68	28,92
Intérop. 1 american. 2	392	395,2	14,08	391,3	-3,09	68,25	38,39	<b>29,86</b>
Intérop. 1 francesa 1	392	395,1	13,64	391,5	-2,21	70,65	41,38	29,27
Intérop. 1 francesa 2	392	396,4	19,32	392,2	0,88	69,88	43,67	26,21
Intérop. 2 alemana 2	392	399,7	<b>33,68</b>	393,5	6,61	65,81	50,73	<b>15,08</b>
Intérop. 2 american. 1	392	393,9	<b>8,37</b>	390,5	-6,64	68,26	45,15	23,11
Intérop. 2 francesa 1	392	396,0	17,58	391,8	-0,88	68,40	49,55	18,85

Tabla 3.17. Frecuencias (en Hz), diferencias de afinación (cents) y de intensidad (en dB) del ejercicio *diminuendo*.

Como muestra la tabla 3.17, la lengüeta menos estable en la afinación es la alemana 2 en los dos intérpretes y además es con la que menos amplitud consigue el oboísta 2. Al contrario, la lengüeta que mejor mantiene la afinación es la americana 1 en el oboísta 2 y la que mayor amplitud consigue es la americana 2 en el oboísta 1.

Se puede ver en la tabla 3.18, al realizar un análisis de varianza de un factor (One-way ANOVA), que existen diferencias significativas en el parámetro afinación (frecuencia inicial) con el factor escuela ( $p=,002$ ). Se afirma, que al igual que pasaba en otros ejercicios, el factor escuela influye en la afinación de las notas. Sin embargo, este factor no es influyente en la intensidad, como se ha podido observar hasta el momento, pero sí lo es el factor oboísta, que influye en la intensidad ( $p=,049$ ,  $p=,004$ ,  $p=,004$ ), pero no en la afinación ( $p=,958$ ,  $p=,438$ ).

Finalmente, un análisis de varianza muestra que no hay ninguna diferencia significativa ( $p=,068$ ) entre estilos de rebajado para la amplitud del *diminuendo* (diferencia entre intensidad máxima y mínima). Sin embargo en el efecto no deseado de caída de la frecuencia (la afinación suele bajar cuando baja la presión) se ve que hay una diferencia muy significativa ( $F=18$ ,  $p=,003$ ) y un test post-hoc de Bonferroni muestra que las

lengüetas alemanas son las que peor se comportan con un cambio de frecuencia mayor que las francesas ( $p=,007$ ) y las americanas ( $p=,005$ ).

Dinámica: oboísta	F	Sig.	Dinámica: escuela	F	Sig.
Initial F0 (Hz)	,003	,958	Initial F0 (Hz)	20,995	,002
Final F0 (Hz)	,676	,438	Final F0 (Hz)	2,995	,125
Max. Inten. (dB)	5,642	,049	Max. Inten. (dB)	,268	,774
Stable Final Inten. (dB)	17,517	,004	Stable Final Inten. (dB)	,817	,486
Unstable Final Inten. (dB)	17,517	,004	Unstable Final Inten. (dB)	,817	,486

Tabla 3.18. One-way Anova de la frecuencia e intensidad dependiendo del factor oboísta (izquierda) y escuela (derecha) en el ejercicio dinámica.

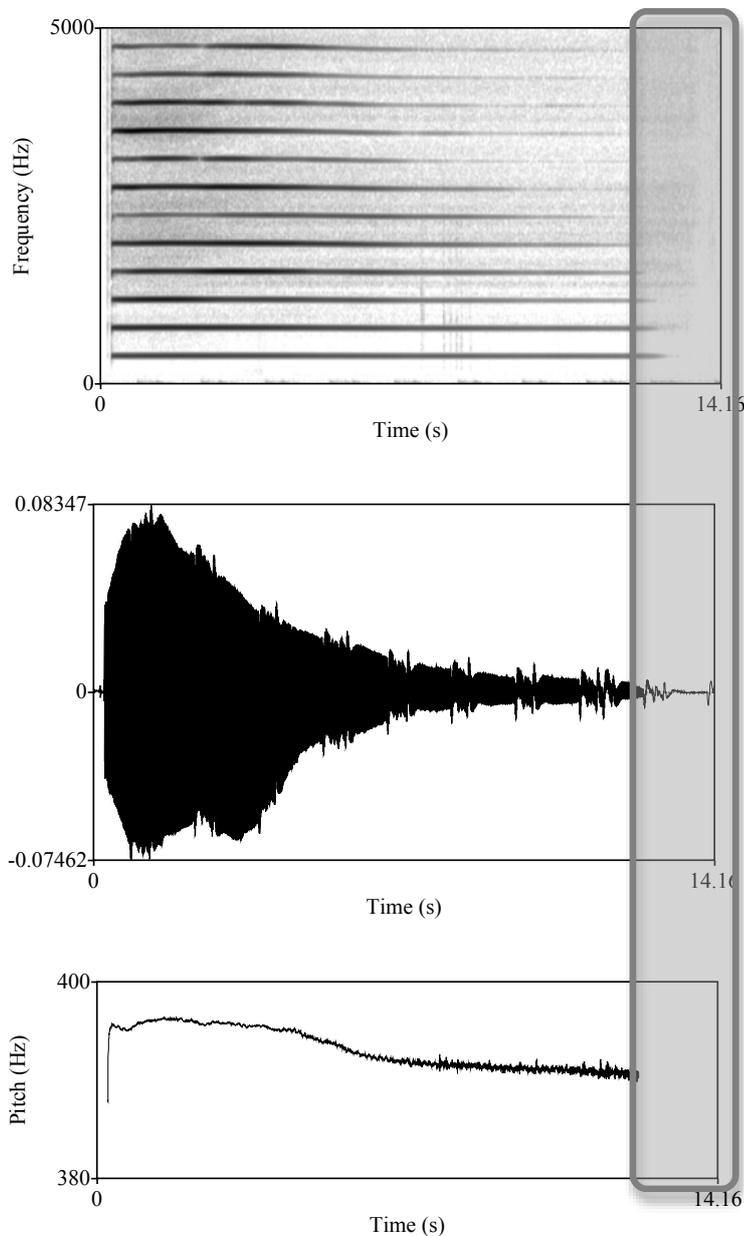


Figura 3.20. Espectrograma (arriba) representación amplitud/tiempo (centro) y curva de la frecuencia fundamental (abajo) del ejercicio “diminuendo”. Lengüeta americana 2. El recuadro indica la porción del ejercicio donde ya no hay una altura definida.

### 3.5.2.8. Dobles sonidos armónicos

Para el ejercicio de dobles sonidos armónicos se ha medido acústicamente el porcentaje *unvoiced frames* y el tiempo inicial monofónico, es decir, a partir de qué momento se escuchan los dos sonidos de forma estable. En este ejercicio, primero suena la nota fundamental, y la nota basada en el armónico (quinta de la octava superior) suele tardar más tiempo en aparecer. Se fija, para el análisis acústico, un rango de frecuencia mínima y máxima que corresponde a la nota armónica, de modo que la medición de *voiced frames* (porción de la señal con una altura definida) corresponde a la porción en la que está presente la nota armónica. La figura 3.21 muestra en qué momento aparecen las dos frecuencias sonando al mismo tiempo. Este parámetro acústico hace referencia a la flexibilidad y rigidez de una lengüeta, cuánto más tarda en aparecer el doble sonido menos flexible es la lengüeta. En la tabla 3.19 se puede observar que la lengüeta con la que más rápidamente aparece el efecto y se mantienen los dos sonidos durante más tiempo es la americana 1.

Dobles sonidos armónicos	% <i>unvoiced frames</i>	Tiempo inicial monofónico (seg)
alemana 1	28,32	1,20
alemana 2	25,82	1,57
americana 1	<b>68,01</b>	<b>0,62</b>
americana 2	20,79	1,11
francesa 1	13,14	7,34
francesa 2	25,99	1,62

Tabla 3.19. Medidas acústicas de los dobles sonidos.

El análisis estadístico (One-way ANOVA) muestra en la tabla 3.20 que el factor escuela no influye de forma significativa en este ejercicio: % *unvoiced frames* ( $p=,523$ ) y tiempo inicial monofónico ( $p=,375$ ).

Dobles sonidos	F	Sig.
% unvoiced frames	,811	,523
Start time mono (seg)	1,385	,375

Tabla 3.20. One-way Anova dependiendo del factor escuela en el ejercicio dobles sonidos.

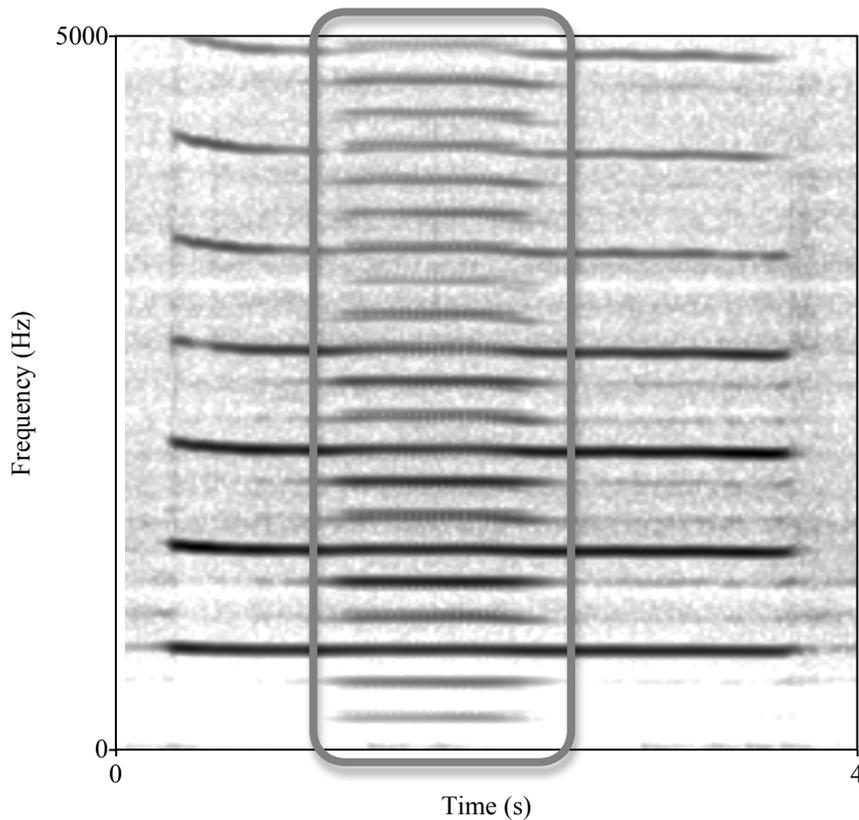


Figura 3.21. Espectrograma del ejercicio “dobles sonidos armónicos”. Lengüeta americana 2. El recuadro indica la porción donde más claramente se oyen ambas frecuencias fundamentales.

### 3.5.2.9. Comparación de la afinación en el conjunto de ejercicios

Para poder comparar las frecuencias obtenidas con cada lengüeta, se realiza un test T que permite evaluar la significatividad de la diferencia de dos grupos, siempre que la comparación entre los grupos se haga para elementos que correspondan a las mismas condiciones. Los casos corresponden a cada uno de los ejercicios ( $do_4$  correspondiente al ejercicio de la afinación, *oscillato*, etc.) que se realizaron en las mismas condiciones y con el mismo intérprete, cambiando únicamente la lengüeta.

En la tabla 3.21 se pueden observar los resultados obtenidos que demuestran la existencia de una diferencia significativa de frecuencia ( $F_0$ ) entre las lengüetas de la escuela alemana y la americana ( $t=3,36$ ,  $p=,002$ ), entre la alemana y la francesa ( $t=3,99$ ,  $p<,001$ ), pero no entre la americana y la francesa ( $t=1,58$ ,  $p=,124$ ). En la figura 3.22 se muestra el Test-T comparando las diferencias entre tipo de lengüeta, agrupándose las que son del mismo tipo de escuela.

Paired Samples Test									
		Paired Differences							
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference		T	df	Sig. (2-tailed)
					Lower	Upper			
Pair 1	F0 alemana - F0 americana	6,1680	10,5457	1,8358	2,4287	9,9074	3,360	32	<b>,002</b>
Pair 2	F0 alemana - F0 francesa	8,0825	11,6260	2,0238	3,9600	12,2049	3,994	32	<b>,000</b>
Pair 3	F0 americana - F0 francesa	1,9144	6,9578	1,2112	-,5527	4,3816	1,581	32	,124

Tabla 3.21. Test T comparando las frecuencias medias obtenidas en los diferentes ejercicios grabados con las diferentes lengüetas agrupadas por escuelas.

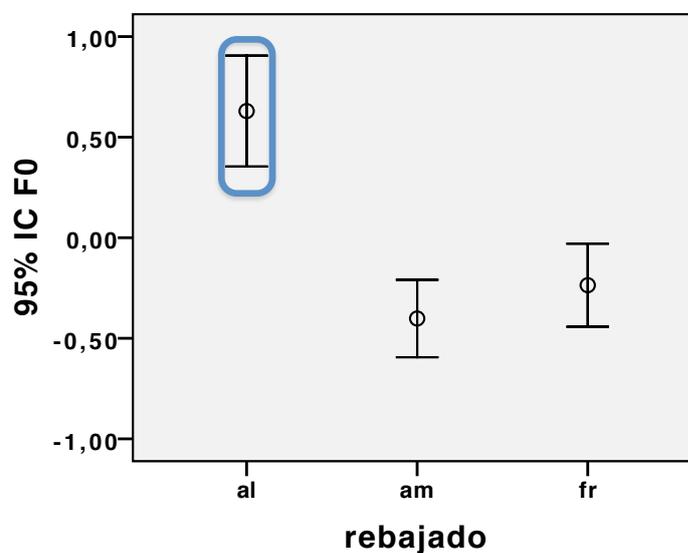


Figura 3.22. Frecuencia fundamental media para cada estilo de rebajado, utilizando los valores normalizados de cada ejercicio. Se marca con un círculo azul los valores que se diferencian significativamente.

Para verificar si las diferencias de frecuencia media se deben a las diferentes escuelas en general o son específicas a cada lengüeta, se realiza un segundo test T comparando los resultados lengüeta por lengüeta (tabla 3.22).

Los resultados muestran que hay diferencias significativas entre lengüetas, en particular la lengüeta alemana 2 se distingue del resto de lengüetas (*cf.* figura 3.23). Pero se puede observar que no hay diferencias significativas entre las dos lengüetas de escuela francesa ( $p=,417$ ) ni entre las lengüetas de escuela americana ( $p=,597$ ). Si se exceptúa la lengüeta alemana 2, sólo se encuentran diferencias significativas entre las lengüetas alemana 1 – francesa 1 ( $p=,017$ ) y alemana 1 – francesa 2 ( $p=,037$ ).

Paired Samples Test									
		Paired Differences							
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference		t	df	Sig. (2-tailed)
					Lower	Upper			
Pair 1	F0 alemana1 - F0 americana1	1,2958	2,9810	,8268	-,5055	3,0972	1,567	12	,143
Pair 2	F0 alemana1 - F0 francesa1	2,2839	2,9855	,8280	,4798	4,0880	2,758	12	<b>,017</b>
Pair 3	F0 alemana1 - F0 alemana2	-8,1973	12,3655	3,4296	-15,6697	-,7249	-2,390	12	,034
Pair 4	F0 alemana1 - F0 americana2	,7949	3,8092	1,0565	-1,5069	3,0968	,752	12	,466
Pair 5	F0 alemana1 - F0 francesa2	3,5819	5,5168	1,5301	,2481	6,9157	2,341	12	<b>,037</b>
Pair 6	F0 americana1 - F0 francesa1	1,3472	6,3802	1,4267	-1,6388	4,3333	,944	19	,357
Pair 7	F0 americana1 - F0 alemana2	-9,6606	11,2541	2,5165	-14,9276	-4,3935	-3,839	19	,001
Pair 8	F0 americana1 - F0 americana2	-,5009	3,3217	,9213	-2,5082	1,5064	-,544	12	,597
Pair 9	F0 americana1 - F0 francesa2	2,2861	6,5770	1,8241	-1,6883	6,2605	1,253	12	,234
Pair 10	F0 francesa1 - F0 alemana2	-11,0078	12,1314	2,7127	-16,6855	-5,3301	-4,058	19	,001
Pair 11	F0 francesa1 - F0 americana2	-1,4890	5,6535	1,5680	-4,9054	1,9274	-,950	12	,361
Pair 12	F0 francesa1 - F0 francesa2	1,2980	5,5732	1,5457	-2,0699	4,6659	,840	12	,417
Pair 13	F0 alemana2 - F0 americana2	8,9922	13,9082	3,8574	,5876	17,3969	2,331	12	,038
Pair 14	F0 alemana2 - F0 francesa2	11,7792	13,7829	3,8227	3,4503	20,1082	3,081	12	,010
Pair 15	F0 americana2 - F0 francesa2	2,7870	7,9550	2,2063	-2,0201	7,5941	1,263	12	,231

Tabla 3.22. Test T comparando las frecuencias medias obtenidas en los diferentes ejercicios grabados con las diferentes lengüetas.

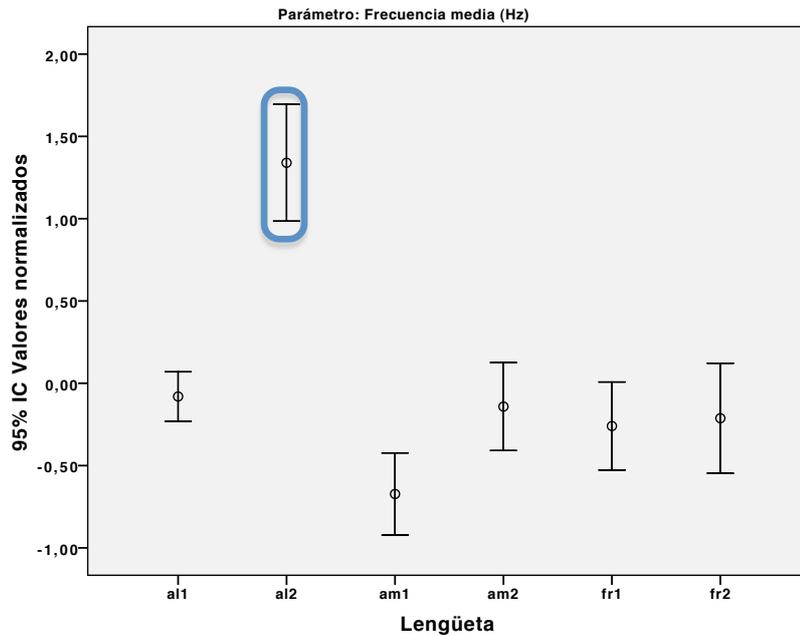


Figura 3.23. Frecuencia fundamental media de las lengüetas utilizando los valores normalizados de cada ejercicio. Se marca con un círculo azul los valores que se diferencian significativamente.

### 3.5.3. Respuestas acústicas globales de las lengüetas

En esta parte se estudian las características acústicas generales de cada lengüeta, utilizando todos los ejercicios de interpretación grabados. Para ello, se realiza una serie de pruebas T pareadas comparando para cada par de lengüetas las mediciones acústicas de un mismo ejercicio de interpretación. De esta manera se puede distinguir las características del tipo de rebajado y la variabilidad que proviene de las particularidades de la caña de origen. En las tablas 3.23 a 3.28 se indica los valores de la prueba  $t$ , sólo cuando son significativos ( $p < ,05$ ), indicando *ns* en caso de no llegar a un resultado significativo. Las tablas se construyen siguiendo la siguiente convención: para una casilla de la fila  $i$  y la columna  $j$ , si el valor de la prueba  $t$  es positivo, indica que hay una media de valor superior para la lengüeta  $i$  (fila) respecto a la lengüeta  $j$  (columna), y viceversa cuando el signo es negativo.

#### 3.5.3.1. Mediciones acústicas realizadas

Utilizando el programa Praat (Boersma y Weenink, 2011) se miden los principales parámetros acústicos agrupándose en las siguientes categorías representativas del funcionamiento de la lengüeta del oboe:

- 1) parámetros relativos a la intensidad: amplitud media, intensidad máxima y

media (en dB), energía, potencia y media cuadrática (*Root-mean-square* RMS).

- 2) parámetros relativos a la variabilidad de la intensidad: desviación estándar de la amplitud, *shimmer*.
- 3) parámetros relativos a la afinación: frecuencia fundamental máxima, mínima y media (en Hz y en semitonos).
- 4) parámetros relativos a la estabilidad de la afinación: desviación estándar (en Hz y en semitonos) de la frecuencia fundamental, pendiente media de la frecuencia fundamental (en Hz y en semitonos, eliminando o no las octavas), *jitter*.
- 5) parámetros relativos a la facilidad de vibración: cantidad de ciclos con una altura definida (*N° voiced frames*).
- 6) parámetros relativos a la armonicidad: armonicidad media y su desviación estándar.
- 7) parámetros relativos al timbre: diferencia de energía de bandas entre las frecuencias por debajo de 100, 200, 300, 400, 500, 700, 1000 y 2000 Hz, centro de gravedad del espectro, momento central del espectro, Kurtosis del espectro, Skewness del espectro, y desviación estándar del espectro.

### **3.5.3.2. Intensidad sonora**

Se comparan las lengüetas según diferentes medidas acústicas relacionadas con la intensidad, utilizándose la medición de la intensidad (en dB) como medida más representativa y comparando cada par de lengüetas con una prueba T pareada (*paired samples T-test*) todos los valores de intensidad para todos los ejercicios, como se puede ver en la tabla 3.23 (*cf.* A.16 para más detalle).

La lengüeta francesa 2 y la americana 2 son las que menos intensidad consiguen siendo significativo en todos los casos. La intensidad sonora general parece estar ligada a características de la caña y no del rebajado en este caso (figura 3.24).

	al2	am1	am2	fr1	fr2
al1	ns	ns	2.5*	ns	4.6*
al2		ns	3.3*	ns	4.6*
am1			2.1*	ns	3.5*
am2				-2.4*	2.3*
fr1					4.0*

Tabla 3.23. Resumen del análisis de la prueba T, comparando las diferentes lengüetas en los valores de intensidad (en dB). (\* test significativo al .05; ns test no significativo)

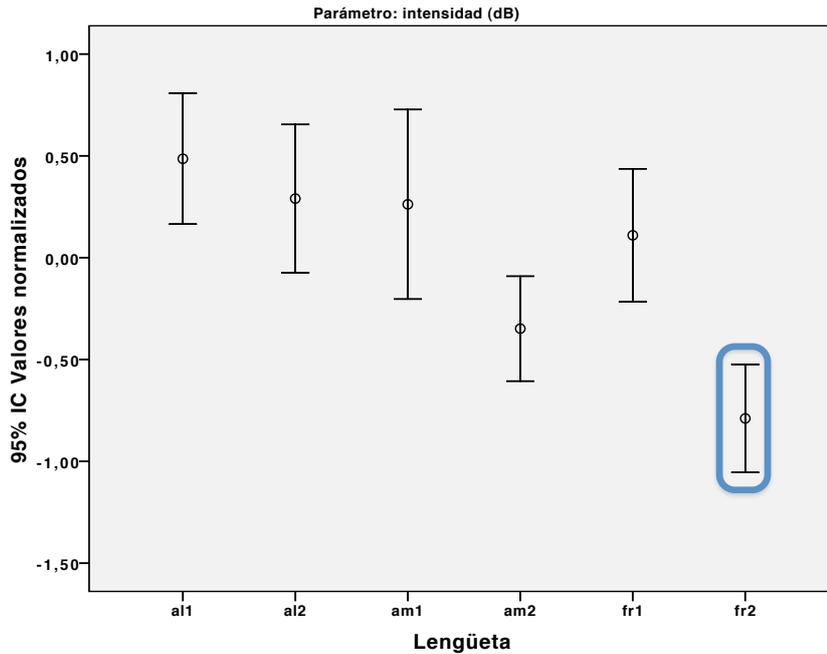


Figura 3.24. Media de los valores normalizados por ejercicio de la intensidad para cada lengüeta. Se marca con un círculo azul los valores que se diferencian significativamente.

### 3.5.3.3. Variabilidad de la intensidad

Se utiliza la medición de la desviación estándar de la amplitud como medida más representativa de la variabilidad de la intensidad. Los resultados de la prueba T pareada pueden verse en la tabla 3.24 (cf. A.17 para más detalle).

Destacan la francesa 2 y la americana 2 por su menor desviación, siendo significativo en todos los casos. Se puede indicar pues, que la variabilidad de la intensidad parece estar ligada a las características de la caña más que al estilo de rebajado.

	al2	am1	am2	fr1	fr2
al1	ns	ns	2.9*	ns	4.7*
al2		ns	2.9*	ns	3.9*
am1			2.5*	ns	4.0*
am2				-2.5*	2.4*
fr1					4.3*

Tabla 3.24. Resumen del análisis de la prueba T, comparando las diferentes lengüetas en los valores de desviación estándar de la amplitud. (\* test significativo al .05; ns test no significativo)

### 3.5.3.4. Afinación

La medición de la frecuencia media (en semitonos) se utiliza como medida más representativa de la afinación. Con la prueba T pareada se obtienen los resultados de la tabla 3.25 (cf. A.18 para más detalle).

La lengüeta alemana 2 destaca por estar significativamente más alta que todas las otras lengüetas, seguida por la francesa 2, también más alta que el resto de lengüetas excepto la alemana 2. La afinación en este caso parece estar ligada a las características de las lengüetas más que al estilo de rebajado.

	al2	am1	am2	fr1	fr2
al1	-2.4*	ns	ns	ns	-2.1*
al2		2.5*	2.3*	2.1*	2.4*
am1			ns	ns	-2.1*
am2				-2.1*	-2.1*
fr1					ns

Tabla 3.25. Resumen del análisis de la prueba T, comparando las diferentes lengüetas en los valores de frecuencia media (F0 en semitonos). (\* test significativo al .05; ns test no significativo)

### 3.5.3.5. Estabilidad en la afinación

Se comparan las lengüetas según diferentes medidas acústicas relacionadas con la estabilidad de la afinación. La medición de la desviación estándar en semitonos y el *jitter*, son las medidas más representativas y los datos del análisis estadístico pueden verse en la tabla 3.26 (cf. A.19 y A.20 para más detalle).

La lengüeta más inestable es la alemana 2, es decir, es la que menos mantiene la nota interpretada de forma estable (figura 3.25). Por el contrario, la lengüeta más estable es la francesa 2. Los resultados no parecen destacar una tendencia clara, y en cualquier caso no parecen ligados al estilo de rebajado.

	al2	am1	am2	fr1	fr2		al2	am1	am2	fr1	fr2
al1	2.5*	ns	ns	ns	2.3*	al1	2.2*	ns	ns	ns	3.2*
al2		ns	-2.7*	-2.4*	ns	al2		ns	-2.7*	ns	ns
am1			ns	ns	ns	am1			ns	ns	2.5*
am2				ns	2.6*	am2				ns	3.8*
fr1					2.3*	fr1					ns

Tabla 3.26. Resumen del análisis de la prueba T, comparando las diferentes lengüetas en los valores de desviación estándar en semitonos (izquierda) y *jitter* (derecha). (\* test significativo al .05; ns test no significativo)

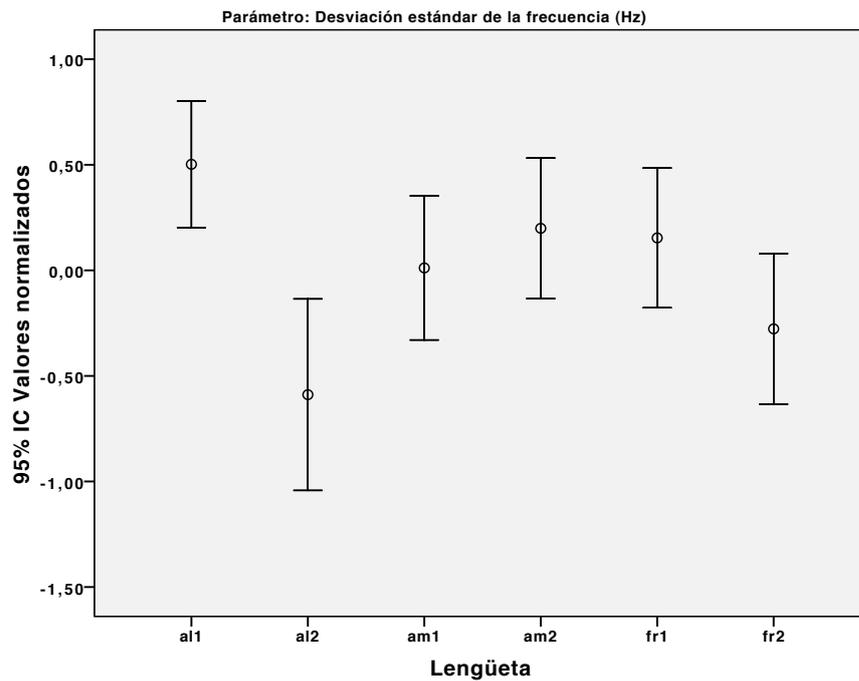


Figura 3.25. Media de los valores normalizados por ejercicio de la desviación estándar de la frecuencia fundamental para cada lengüeta.

### 3.5.3.6. Facilidad de vibración

Se utiliza la medición de *N° voiced frames* como medida más representativa de la facilidad en la vibración (figura 3.26). Una prueba T pareada entre todos los pares de lengüetas sólo muestra una diferencia significativa entre las lengüetas francesa 1 y francesa 2 ( $t=-2,6$ ,  $p<,05$ ) con lo que el experimento no muestra diferencias claras en la facilidad de vibración de las lengüetas (*cf.* A.21 para más detalle).

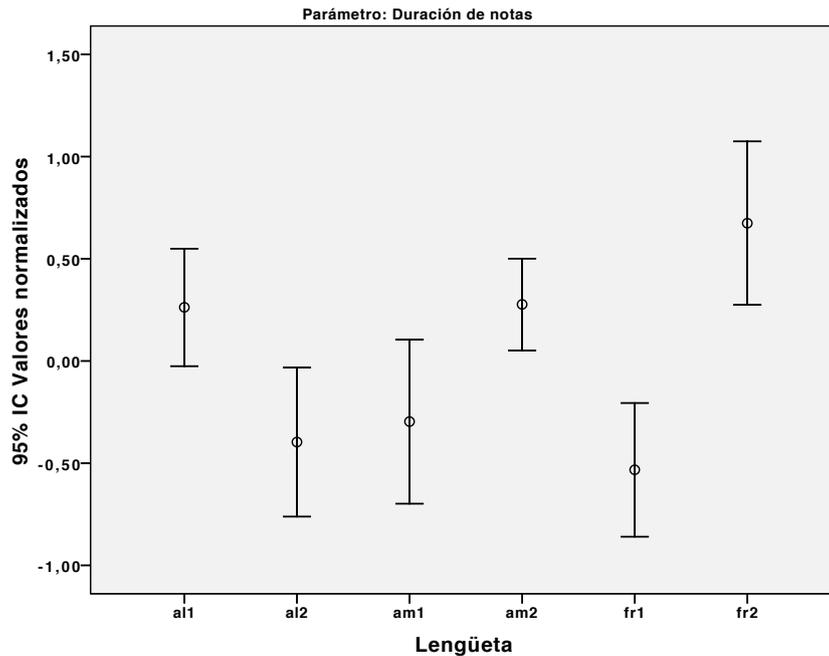


Figura 3.26. Media de los valores normalizados por ejercicio de la duración de notas (*number of voiced frames*) para cada lengüeta.

### 3.5.3.7. Armonicidad

Se comparan las lengüetas según diferentes medidas acústicas relacionadas con la armonicidad. Utilizándose la medición de la media de la armonicidad (*harmonics-to-noise ratio*) como medida más representativa. Con el análisis estadístico obtenemos los valores de la tabla 3.27 (*cf.* A.22 para más detalle).

Se observa (figura 3.27) que la lengüeta americana 1 es la que menos armonicidad tiene, siendo significativo en todos los casos, distinguiéndose en segundo lugar la americana 2 que tiene menos armonicidad que la alemana 2. El rebajado americano parece pues introducir más ruido en el sonido producido, aunque parece debido sobre todo a las propiedades de la lengüeta americana 1, más que al estilo de rebajado en general.

	al2	am1	am2	fr1	fr2
al1	ns	3.1*	ns	ns	ns
al2		3.4*	2.3*	ns	ns
am1			-3.9*	-4.3*	-2.7*
am2				ns	ns
fr1					ns

Tabla 3.27. Resumen del análisis de la prueba T, comparando las diferentes lengüetas en los valores de armonicidad media. (\* test significativo al .05; ns test no significativo).

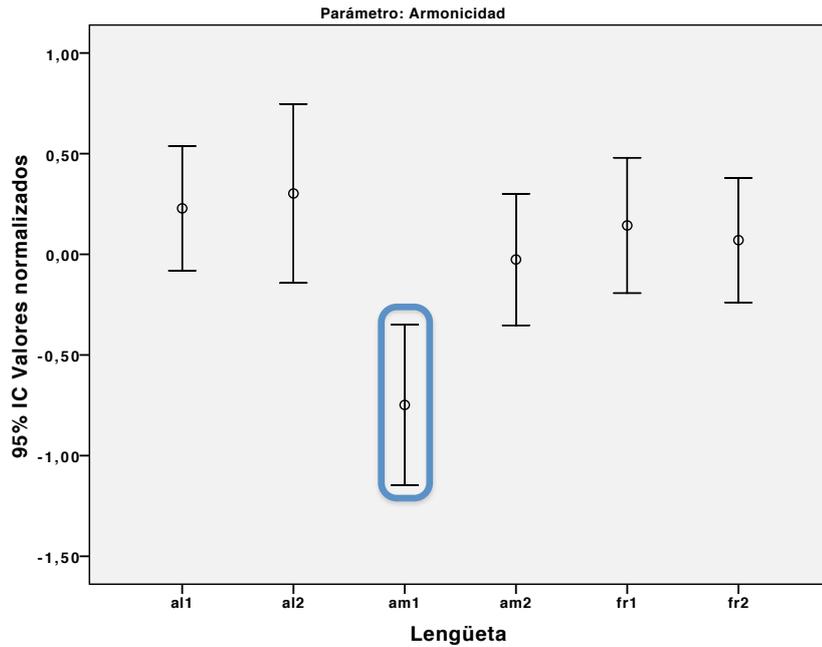


Figura 3.27. Media de los valores normalizados por ejercicio de la armonicidad para cada lengüeta. Se marca con un círculo azul los valores que se diferencian significativamente.

### 3.5.3.8. Timbre

Se comparan las lengüetas según diferentes medidas acústicas relacionadas con el timbre. Al medir la Kurtosis y la Skewness del espectro, se observa que las lengüetas alemanas son las que mayores valores tienen en estos dos parámetros, siendo significativo en todos los casos, como se puede ver en la tabla 3.28 (*cf.* A.23 y A.24 para más detalle). Una Kurtosis alta indica que hay más energía entorno al centro espectral, y una Kurtosis baja indica, en general, un espectro más plano. Del mismo modo, una Skewness más alta indica que la energía se distribuye más en la parte grave (inferior al centro espectral). Se observa que para el rebajado de estilo alemán, existe una distribución de la energía en la parte central y grave del espectro, con formantes más marcados. Las mediciones de energía por bandas de frecuencias fijas no crean diferencias significativas entre lengüetas.

En la figura 3.28 se muestran los valores medios del centro de gravedad espectral, que está relacionado con el timbre espectral: unos valores altos corresponden a un espectro con más energía en el agudo, es decir con más brillo. En este caso, las pruebas T pareadas confirman las diferencias gráficas: se distinguen las lengüetas alemana 1 y francesa 2 por tener un centro más bajo y esto puede confirmar que los estilos de rebajado sí influyen en algunos parámetros acústicos.

	al2	am1	am2	fr1	fr2		al2	am1	am2	fr1	fr2
al1	-2.1*	2.7*	2.6*	2.5*	2.8*		-2.6*	2.6*	2.1*	3.6*	3.6*
al2		2.7*	3.0*	2.7*	2.8*			2.9*	3.0*	3.9*	3.6*
am1			ns	-2.2*	ns				ns	ns	ns
am2				ns	ns					ns	ns
fr1					ns						ns

Tabla 3.28. Resumen del análisis de la prueba T, comparando las diferentes lengüetas en los valores de Kurtosis (izquierda) y Skewness (derecha). (\* test significativo al .05; ns test no significativo).

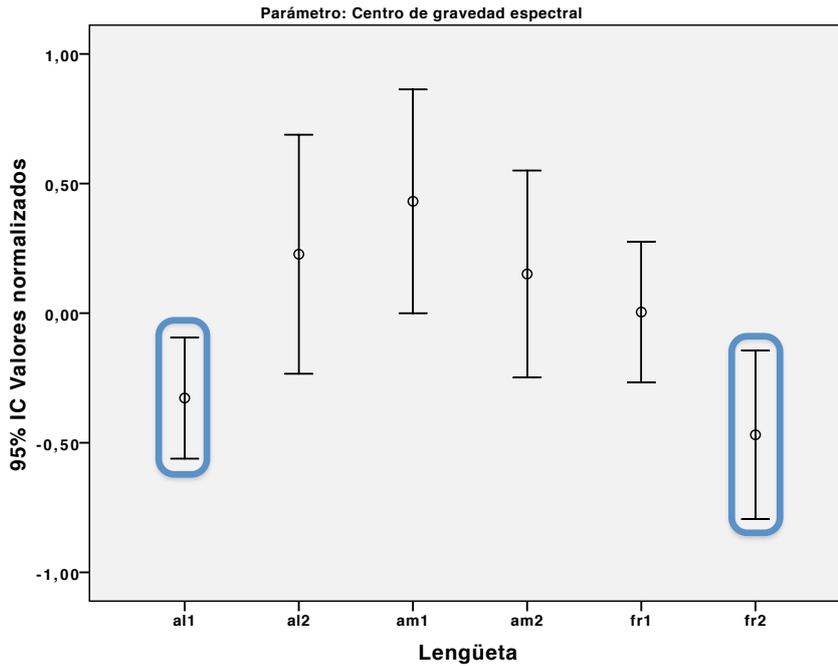


Figura 3.28. Media de los valores normalizados por ejercicio del centro de gravedad espectral para cada lengüeta. Se marca con un círculo azul los valores que se diferencian significativamente.

### 3.5.3.9. Correlaciones entre los parámetros acústicos

Finalmente, para los parámetros acústicos normalizados por ejercicio se realiza una serie de correlaciones bilaterales de Pearson con los resultados que se muestran en la tabla 3.29. Estos valores no comparan las lengüetas y los estilos de rebajado, sino las relaciones entre las propiedades acústicas.

Se puede observar que los parámetros de *jitter* y de centro de gravedad espectral no están relacionados con ningún otro parámetro acústico.

La frecuencia fundamental media está positivamente correlacionada con la armonicidad, con lo que las lengüetas que se desvían en afinación hacia lo agudo también tienen mayor armonicidad (o menor componente ruidoso en el sonido). También hay una

correlación con la desviación estándar de frecuencia, lo cual puede ser simplemente un resultado matemático (a mayor frecuencia, mayor desviación de frecuencia). Curiosamente, no hay relación alguna entre la afinación y la intensidad.

La intensidad media está correlacionada negativamente con la duración de las notas, es decir, las lengüetas que consiguen una mayor intensidad media tienen más dificultad para vibrar. La explicación es que las lengüetas más duras admiten mayor volumen de aire dentro de ellas porque sus palas no se saturan tan rápidamente como las lengüetas blandas, así que pueden vibrar fácilmente con mayor cantidad de aire; por el contrario, en una lengüeta blanda sus palas empiezan a vibrar muy pronto necesitando muy poca cantidad de aire para conseguir sonar, por lo que la vibración de sus palas se saturan mucho antes que en las lengüetas más duras (no admitiendo más aire y apareciendo inestabilidades en el sonido, armónicos no deseados, etc.). La intensidad también está correlacionada positivamente con la armonicidad, siendo las lengüetas con mayor intensidad sonora las que menos ruido proporcionan.

		<b>F0</b>	<b>intensidad</b>	<b>duración notas</b>	<b>centro espectral</b>	<b>armonicidad</b>	<b>jitter</b>	<b>desviación est. F0</b>
<b>F0</b>	Corr.	1,000	,046	-,067	,142	,260**	-,135	-,377**
	Sig.		,577	,419	,085	,001	,102	,000
<b>intensidad</b>	Corr.	,046	1,000	-,310**	,000	,396**	-,057	-,027
	Sig.	,577		,000	,991	,000	,491	,746
<b>duración notas</b>	Corr.	-,067	-,310**	1,000	-,134	-,099	,077	-,028
	Sig.	,419	,000		,104	,229	,349	,736
<b>centro espectral</b>	Corr.	,142	,000	-,134	1,000	-,130	,045	,001
	Sig.	,085	,991	,104		,115	,587	,988
<b>armonicidad</b>	Corr.	,260**	,396**	-,099	-,130	1,000	-,062	-,180*
	Sig.	,001	,000	,229	,115		,453	,028
<b>jitter</b>	Corr.	-,135	-,057	,077	,045	-,062	1,000	,065
	Sig.	,102	,491	,349	,587	,453		,430
<b>desviación est. F0</b>	Corr.	-,377**	-,027	-,028	,001	-,180*	,065	1,000
	Sig.	,000	,746	,736	,988	,028	,430	

Tabla 3.29. Correlaciones bilaterales de Pearson para los valores normalizados por ejercicio de las mediciones acústicas principales de las lengüetas. N=149 en todos los casos. \*\*La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral). \*La correlación es significativa al nivel 0,05 (bilateral).

### **3.5.4. Discusión**

Si se analizan los resultados globales de la comparación de las lengüetas, se observa que existe una diferenciación clara para los parámetros ligados al timbre, específicamente a la distribución de la energía en el espectro (Kurtosis y Skewness espectrales) con el rebajado alemán asociado a un sonido distribuido en el medio y el grave y con formantes más marcados, correspondiéndose con las apreciaciones subjetivas generalmente asociadas a las lengüetas alemanas: más graves, menos brillantes y más resonantes, por lo que proporcionan más claridad en la interpretación y un centro tonal mucho más claro.

En el resto de parámetros medidos, no se distingue un patrón ligado al estilo de rebajado, y predominan las características intrínsecas de cada lengüeta. Por ejemplo, la lengüeta alemana 2 se caracteriza por ser la más rígida de las seis lengüetas utilizadas en este experimento y poseer una frecuencia más alta y con mayor armonicidad, pero esto no caracteriza a la otra lengüeta alemana. Del mismo modo, la francesa 2 y la americana 2 son las más estables y las que menos intensidad generan, pero esto no se encuentra en las otras lengüetas francesa y americana. En cierto modo, se parecen más estas dos lengüetas con rebajados diferentes que otras lengüetas con el mismo rebajado.

Cuando se analizan las diferencias de comportamiento de las lengüetas en cada ejercicio, no suele haber diferencias por estilo de rebajado. Se encuentra, sin embargo, que el comportamiento de las lengüetas varía en ciertas ocasiones en función del registro: por ejemplo, las lengüetas alemanas se han desviado hacia lo agudo unos veinte cents respecto al temperamento para las notas  $do_4$  y  $do_5$ , pero no en el registro más agudo del  $do_6$ . Las lengüetas alemanas tienen una caída de afinación más pronunciada para el ejercicio de la dinámica, bajando en frecuencia con el *diminuendo*. Pero no hay diferencias significativas entre tipos de lengüeta en el *oscillato*, en el que se realizan variaciones de frecuencia deseadas.

### 3.5.5. Conclusiones

La principal conclusión de este estudio es que los diferentes estilos de rebajado muestran una influencia baja en las mediciones acústicas. Se emitían las hipótesis que los diferentes rebajados influían en las mediciones acústicas dependiendo de las características rígidas y flexibles otorgadas a las lengüetas. Sin embargo, se puede observar que los resultados acústicos de este experimento preliminar muestran la existencia de más variabilidad en las lengüetas entre sí que una diferenciación por estilos de rebajado.

Es más, aunque los parámetros acústicos asociados al timbre, como la Kurtosis y la Skewness espectrales, asocian al rebajado alemán con un sonido grave y menos brillante, las mediciones de energía por bandas de frecuencias fijas no crean diferencias significativas entre lengüetas, por lo que la influencia del rebajado en los parámetros acústicos del timbre debe tomarse con precaución.

Por consiguiente, en el estudio principal es necesario aumentar la cantidad de lengüetas para obtener un mayor número de muestras y disminuir la variabilidad entre las lengüetas. Esta disminución de la variabilidad debe hacerse desde el mismo momento de la selección del material y confección de las lengüetas, extrayendo los tres tipos de rebajado de la misma sección de caña y controlando todo los parámetros del rebajado mediante la utilización de máquinas de rebajar y herramientas de precisión para las mediciones.

***4. Estudio principal: percepción tímbrica, estudio acústico y evaluación interpretativa y auditiva de la lengüeta***

## 4.1. Introducción

El experimento principal se centra en tres estudios: uno perceptivo, otro acústico y otro propioceptivo y auditivo. A partir de dieciocho lengüetas, con tres rebajados diferentes se realizan los diferentes experimentos y se extraen los resultados y las conclusiones. Asimismo, mediante la ampliación del primer experimento, también se estudia la influencia de otros parámetros que afectan a la construcción de las lengüetas, no sólo el rebajado, sino también los diferentes grosores y moldes de las palas.

En el experimento perceptivo, al igual que en el estudio preliminar, se estudia si existen o no diferencias en el sonido del oboe dependiendo del tipo de rebajado utilizado en las lengüetas. En esta ocasión, los oyentes no están separados en oboístas y músicos no oboístas, por lo que todos los oyentes realizan dos tareas de percepción y, a diferencia del experimento preliminar, sólo se utilizan sonidos de duración corta (aproximadamente 2 segundos) sin diferenciaciones interpretativas, normalizados en intensidad y frecuencia. La única variación aplicada en una de las tareas es la utilización de varios oboístas.

En el estudio acústico, se analizan los diferentes parámetros acústicos en función de los diferentes tipos de rebajado, de los moldes y de los grosores utilizados.

El estudio propioceptivo se realiza a partir de los resultados obtenidos en el estudio preliminar, ya que los oboístas consideran que son capaces de discriminar tímbricamente los diferentes estilos de rebajado. Así pues, se quiere averiguar si la evaluación de la calidad del sonido de la lengüeta es realmente una calidad del sonido puramente auditiva, o si hay una parte importante que se debe a la propiocepción y el control de la lengüeta en el momento de ejecutar los diferentes ejercicios.

## 4.2. Objetivos

El objetivo de este segundo experimento consiste en averiguar si los diferentes estilos de rebajado influyen en la percepción del timbre por parte de los oyentes, en los aspectos interpretativos del oboe y en la propiocepción de los oboístas. En general, se intenta afinar los resultados obtenidos en el experimento preliminar controlando al máximo la variabilidad entre lengüetas.

Para ello, se realizan nuevas lengüetas y en mayor cantidad, dieciocho en total, obteniendo más muestras sonoras. Además se aumentan el número de instrumentistas participantes, diez oboístas, se mantiene constante la variable del oboe y se añaden más variables: grosor de la pala (57/100 mm y 59/100 mm) y molde de la pala (21, 107, 168 de Hörtnagl). En esta ocasión, los diferentes ejercicios diseñados, no intentan poner al límite las posibilidades técnico-interpretativas del oboe como en el experimento preliminar, sino que son ejercicios sencillos donde los oboístas, las lengüetas y el oboe, responden de la mejor forma posible. Los ejercicios grabados son: arpeggio, *legato*, *diminuendo*, *fortissimo* y *pianissimo*.

### **4.3. Confección de las lengüetas**

#### **4.3.1. Selección de los tubos**

Mientras que en el experimento preliminar no se realizó una selección de los tubos, por utilizar palas con forma compradas directamente al fabricante, en el experimento principal, se confeccionó desde los tubos el material necesario para la realización de las palas.

El material utilizado para las palas del experimento principal son tubos del comercio “Uwe Henze” del año 2001 (figura 4.1).



Figura 4.1. Tubos de caña *Arundo donax*.

El primer paso que se da es la selección de los tubos para que de cada uno de ellos se obtengan tres palas. Aunque parece obvio, no de todos los tubos pueden salir tres palas, ya que muchos tubos no tienen el diámetro correcto en toda su longitud.

Los tubos a utilizar deben tener un diámetro de 10'5 mm, por lo que se debe crear una anilla con ese diámetro y pasar todos los tubos por ella, seleccionando sólo los que tengan un diámetro correcto (figura 4.2).



Figura 4.2. Anillo de diámetro 10'50 mm para la selección de los tubos.

Una vez seleccionados todos los tubos, se necesita una herramienta (un cuchillo de tres hojas, figura 4.3) capaz de seccionarlos en tres partes idénticas, es decir, a 120°. De estas tres partes se obtienen tres palas, cada una para un tipo de rebajado (alemán, francés y americano).



Figura 4.3. Fotografías de la fabricación del cuchillo de 3 hojas.

Con todo el material necesario, se realizan algunas pruebas con tubos no seleccionados para la investigación, para así ajustar al máximo las máquinas que se utilizan en la confección de las lengüetas.

Es necesario remarcar que aunque sólo se necesitan dieciocho lengüetas finalizadas para realizar el experimento principal, es decir seis tubos, se debe seleccionar alguno más,

ya que si alguna lengüeta se rompe en el proceso de fabricación, se debe empezar de nuevo.

### **4.3.2. Obtención de las palas**

Para poder seccionar los tubos y que no se rompan en el proceso de fabricación, primero se humedecen, poniéndolos en agua durante una hora y después, todos los tubos se cortan con el cuchillo de tres hojas fabricado (figura 4.4).



Figura 4.4. Fotografía de uno de los tubos con las tres secciones realizadas por el cuchillo de tres hojas.

Una vez cortados los tubos, se pasan por la pre gubidora de Kunibert Michael, se les corta los extremos y se gubian nueve palas a 57 mm y otras nueve a 59 mm. Se comprueban las medidas del gubiado para todas las palas con el reloj medidor de Kunibert Michael (figura 4.5).

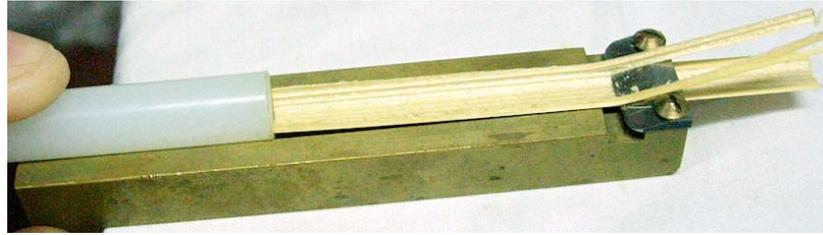


Figura 4.5. Fotografías del proceso de gubiado: pre-gubiado manual (arriba), gubiado con máquina de K. Michael (centro) y medición del gubiado con reloj de K. Michael (abajo)

### 4.3.3. Forma de las palas

Una vez gubiadas las palas, se deben volver a humedecer, por lo que se ponen en agua durante otra hora para que el proceso del moldeado no las rompa. Para dar la forma a estas palas, se utiliza la máquina de formas de Adolf Hörtnagl (figura 4.6), empleando tres moldes también de Adolf Hörtnagl: el 21, el 107 y el 168, todos ellos de latón.



Figura 4.6. Fotografías de la máquina de formas de A. Hörtnagl (arriba) y de uno de los tres moldes utilizados con las tres palas obtenidas (abajo)

Se atan las cañas y se marcan los tudeles con las siglas: G2157, F2157, A2157; G10759, F10759, etc. según hagan referencia al tipo de rebajado, tipo de molde y grosor de la pala.

Las lengüetas se han atado con una temperatura de 27° y una humedad relativa del 75%. Las francesas y alemanas se han atado a 74 mm y las americanas a 72 mm, para así adaptarse mejor al rebajado americano.

## **4.4. Material experimental**

### **4.4.1. Lengüetas**

Al igual que en el primer experimento, el parámetro esencial del estudio va a ser los diferentes tipos de rebajado. Para ello se aumenta el número de lengüetas de seis a dieciocho y se añaden otros factores que también influyen en la confección de las lengüetas: dos grosores diferentes (57 mm y 59 mm de gubiado interno) y tres moldes diferentes de Hörtnagl, todo ellos fabricados en latón (21, 107 y 168). Todos los demás

parámetros permanecieron constantes: diámetro del tubo (10'50 mm), tudel (*chiarugi* 2+ 47 mm) y fabricante (Uwe Henze año 2001).

Las lengüetas se ataron con una temperatura de 27° C y una humedad relativa del 75%. Las francesas y alemanas a 74 mm y las americanas a 72 mm, para así adecuar las características del rebajado americano tan largo con la longitud total de la lengüeta.

Todas las lengüetas se confeccionaron, ataron y rebajaron en agosto de 2010. Las lengüetas alemanas y francesas se rebajaron a máquina, con dos máquinas preparadas para ello. Las dos máquinas de la marca Rieger, una con un molde francés y otra con uno alemán. Las lengüetas americanas se rebajaron a mano, midiendo y manteniendo constantes todos los grosores y parámetros que afectan a las lengüetas. Antes de empezar con el rebajado de las lengüetas seleccionadas para el experimento principal, se realizaron pruebas en otras lengüetas, para así poder ajustar al máximo las máquinas que iban a realizar ese rebajado.



Figura 4.7. Lengüetas realizadas y utilizadas en el segundo experimento.

#### **4.4.2. Oboístas**

En este segundo experimento han participado diez oboístas profesionales. Todos ellos han interpretado la totalidad de los ejercicios y han grabado en sesiones diferentes.

En esta ocasión, a los intérpretes no se les ha dado ninguna indicación explícita sobre si debían o no compensar mediante la presión diafragmática para que las notas sonasen correctamente, sino que por el contrario, se les ha dicho que intentasen tocar lo mejor posible con cada una de las cañas.

Los oboístas, al igual que en el anterior experimento, sabían con qué lengüeta estaban interpretando en cada momento, ya que podían leer las indicaciones en las lengüetas de “fr02157” que correspondía a la lengüeta con el rebajado francés, el molde 21 y el grosor 57 mm, por poner un ejemplo. Si bien hay que decir, muchos de estos oboístas no sabían siquiera de qué trataba el experimento, por lo que su realización fue sin ningún tipo de influencia.

Para empezar, todas las lengüetas fueron humedecidas con agua y después se interpretó con todas unos minutos, adecuándolas así a las condiciones climáticas y de humedad de la sala. Durante la grabación, cuando se cambiaba de lengüeta, se volvía a tocar con la lengüeta correspondiente antes de realizar los ejercicios, para que no interviniese el factor sorpresa.

Todos los ejercicios se interpretaron seguidos con la misma lengüeta. Después, se cambiaba de lengüeta para volver a grabarlos. En una primera fase, el orden de grabación de las lengüetas fue distinto, para averiguar si los oboístas se acostumbraban al proceso de puntuación y valoración de las lengüetas. En una segunda fase, el resto de los oboístas interpretaban con el mismo orden. Al finalizar cada ejercicio, los oboístas puntuaban en una escala del 1 al 7 la facilidad con la que habían interpretado ese ejercicio y la calidad con la que habían percibido que se realizaba. Una vez finalizada toda la sesión de grabación, los oboístas repetían una lengüeta, analizando así la variabilidad de las respuestas dadas por ellos mismos.

Los oboístas que participaron en los experimentos fueron:

- 1) Fermín Clemente Bo: profesor del Conservatorio Profesional de Música de

*4. Estudio principal: percepción tímbrica, estudio acústico y evaluación interpretativa y auditiva*

Cullera.

- 2) Santiago Guillot Martínez: profesor del Conservatorio Superior de Música de Castellón.
- 3) Jorge Clemente Bo: profesor del Conservatorio Profesional de Música de Logroño.
- 4) Jesús Garrigues Pérez: profesor del Conservatorio Profesional de Música de Cullera.
- 5) Carolina Blasco Yepes: profesora del Conservatorio Profesional de Música de Valencia.
- 6) Rafael Alonso Aragón: profesor de la Orquesta de Euskadi.
- 7) José Manuel Bou Bou: profesor del Conservatorio de Melilla.
- 8) Federico Gascó Falcó: profesor del Conservatorio Superior de Santa Cruz de Tenerife.
- 9) Irene Vendrell Criado: titulada superior de oboe.
- 10) Rafael Tamarit Torremocha: profesor de la Orquesta Nacional de España.



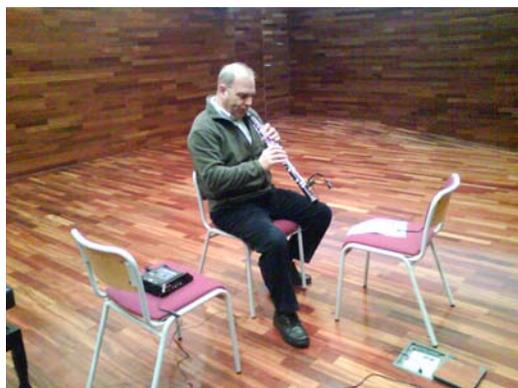


Figura 4.8. Fotografías de los diferentes oboístas en el momento de la grabación.

### 4.4.3. Grabación

La grabación se realizó en varias sesiones durante el mes de septiembre de 2010 y diciembre del mismo año, en la sala de conciertos del Conservatorio Profesional de Música de Cullera, sin controlar las condiciones de temperatura y de humedad relativa.

Se utilizaron dos micrófonos AKG C451B de posición y uno de proximidad Shure Beta 98H/C colocado en la campana del oboe, para mantener constante la distancia entre el micro y la fuente sonora y evitar diferencias en la intensidad. Los sonidos se registraban en un R4 (figura 4.9).



Figura 4.9. Micrófono de proximidad Shure Beta 98H/C usado en la grabación.

### 4.4.4. Material grabado

**Arpeggio:** arpeggio de do mayor ascendente, en compás de 3/4, con valores de blanca y silencio de negra.



Figura 4.10. Ejemplo musical del ejercicio arpeggio.

**Legato:** quintas de re mayor, ascendente y descendente en dos octavas, en compás de 2/4 y con valor de negra para cada nota.



Figura 4.11. Ejemplo musical del ejercicio *legato*.

**Diminuendo:** al igual que en el primer experimento, en el ejercicio *diminuendo* se utilizó la nota  $sol_4$ , por ser una nota muy característica y susceptible en el oboe. Los oboístas realizaron un *diminuendo* progresivo de tres redondas en un compás de 4/4.

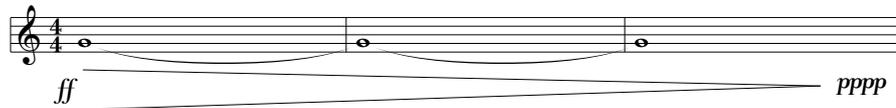


Figura 4.12. Ejemplo musical del ejercicio *diminuendo*.

**Fortissimo:** se intenta analizar la capacidad de las diferentes lengüetas para admitir una gran cantidad de aire soplado. Se interpretó un  $si_4$ , redonda, en compás de 4/4, con toda la potencia sonora posible.

**Pianissimo:** se intenta analizar el límite de las lengüetas en la dinámica piano. Al igual que el *fortissimo*, se interpretó un  $si_4$ , redonda y en compás de 4/4.



Figura 4.13. Ejemplo musical de los ejercicios *fortissimo* (izquierda) y *pianissimo* (derecha).

## 4.5. Estudio perceptivo

### 4.5.1. Hipótesis

Como se explicaba anteriormente, en el punto 3.4.1, los teóricos del oboe otorgan características al sonido del oboe dependiendo del tipo de rebajado de la lengüeta con la que se interpreta. Aunque en el experimento preliminar se ha descartado que los oyentes son capaces de distinguir estas asociaciones de los teóricos del oboe, en este experimento principal, se emite la hipótesis que al limitar al máximo la variabilidad de las nuevas lengüetas, los oyentes sí serán capaces de distinguir los diferentes “colores” del sonido producidos por los estilos de rebajado.

En esta ocasión, se eliminan los diferentes componentes de interpretación del experimento preliminar: las muestras sonoras no se interpretan con diferentes ataques. Además, al introducir nuevos factores que influyen en la construcción de las lengüetas, como el molde y el grosor de las palas, se emite la hipótesis que los oyentes también serán capaces de agrupar los sonidos dependiendo de los diferentes moldes y, en menor medida,

de los diferentes grosores, al ser este último parámetro menos influyente en la totalidad del conjunto de la lengüeta.

Del mismo modo que en el experimento preliminar, se utiliza un test de clasificación libre o escucha holística, de forma que los oyentes agrupan los sonidos de acuerdo a la similitud general percibida.

#### **4.5.2. Método**

En el experimento principal, se utilizó un material más específicamente orientado a la comparación de timbre, eliminando los factores de interpretación del experimento preliminar: notas aisladas que no varían en intensidad ni en altura, con una duración de dos segundos. Los estímulos sonoros se presentaron en este orden:

- 1) estímulos de la tarea 1: 19 notas aisladas (do<sub>5</sub>) de dos segundos de duración con el mismo oboísta, tres rebajados, tres moldes y dos grosores.
- 2) estímulos de la tarea 2: 20 notas aisladas (do<sub>5</sub>) de dos segundos de duración con cinco oboístas, tres rebajados, un molde, dos grosores para el rebajado alemán y un grosor para el resto (59 mm).

Todos los sonidos utilizados en los dos estímulos se normalizaron en afinación (523 Hz) e intensidad (70 dB) uno a uno (figura 4.13b), de forma manual mediante el software informático Melodyne Studio versión 3.1.2.0. De esta forma, los sonidos quedan dentro de la definición más generalizada de timbre: propiedad que distingue dos sonidos de la misma altura, intensidad y duración.

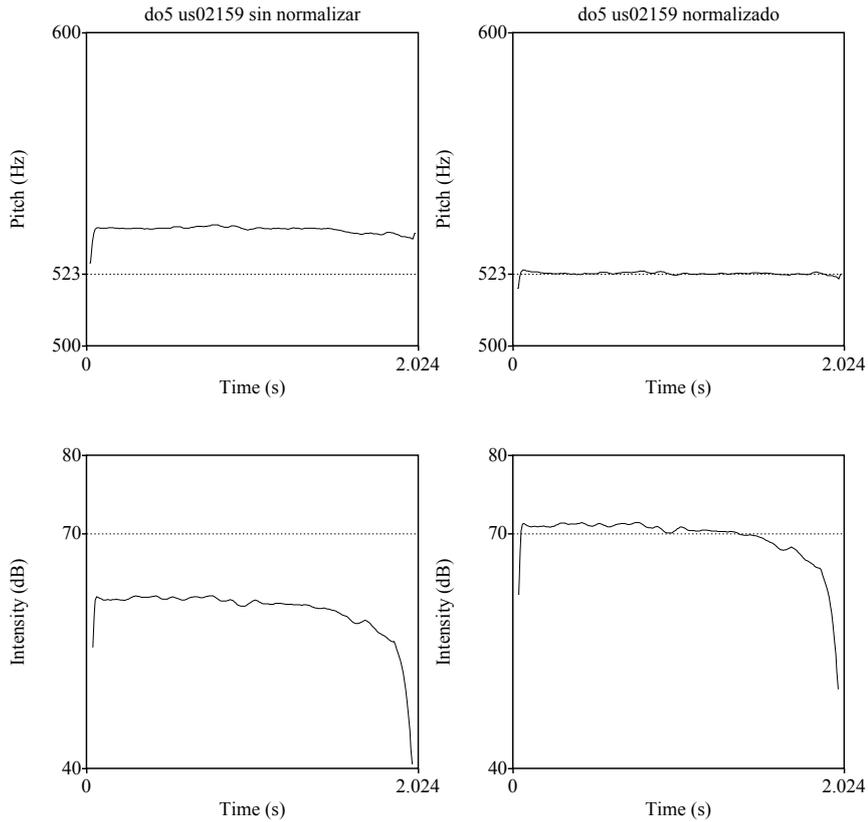


Figura 4.13b. Ejemplo de la normalización en altura e intensidad (Melodyne Studio) de un sonido. Izquierda: sonido original. Derecha: sonido normalizado.

Para estudiar la percepción del timbre por los oyentes, se utiliza un test de clasificación libre o escucha holística como tarea de percepción más aceptada en los estudios del timbre, según los estudios descritos por Grey (1977, 1978) o McAdams (1995), de forma que los oyentes agrupan los sonidos de acuerdo a la similitud general percibida (figura 4.13c).

**TAREA**  
Agrupa los sonidos que se parecen en una misma casilla.

**Describe libremente el criterio seguido para las asociaciones en cada casilla.**  
El criterio que he usado ha sido el del ataque de la lengüeta, teniendo en cuenta si en éste se percibía más importancia del aire, de la lengua en el picado y de la homogeneidad del sonido.

**Puntúa de 1 al 7**  
- ¿Te parecen muy similares los sonidos? 1= muy diferentes, 7= muy iguales.  
He notado sonidos muy parecidos entre sí, y otros diferentes. 3  
- ¿Te parece fácil la tarea? 1= muy difícil, 7= muy fácil.  
Es fácil, pero no demasiado. 6

Figura 4.13c. Captura de pantalla de la herramienta interactiva desarrollada para el test de percepción tímbrica.

Diecinueve oyentes (músicos profesionales) realizaron una tarea de categorización libre, donde debían agrupar los sonidos en función de su similitud global. La escucha se efectuó de forma individual, con auriculares y con una duración aproximada total de cuarenta minutos.

### 4.5.3. Resultados

Al igual que en el experimento preliminar, el primer elemento que se analiza es la concordancia de las respuestas de los oyentes (tabla 4.1). Se puede observar que en el conjunto de sonidos de la tarea 1 (estímulo de notas aisladas con un oboísta) ocurre lo mismo que en el experimento preliminar: el alfa de Cronbach es un valor muy bajo, incluso más bajo. En el conjunto de se sonidos de la tarea 2 aparecen cinco oboístas y se observa en la tabla 3.6 como el alfa sube de valor, aunque aún es un valor bajo. Se ve pues que al disminuir los factores que marcan la diferencia entre los sonidos de los dos

estímulos (de cinco a un oboísta), los oyentes no tienen suficiente información para agruparlos.

Estímulos	Oyentes/Tipo de pregunta	Alfa de Cronbach
notas aisladas do, 1 oboísta	todos	,355
notas aisladas do, 5 oboístas	todos	,602

Tabla 4.1. Tabla con los análisis de fiabilidad (Alfa de Cronbach) del experimento principal.

Para averiguar si los diferentes estilos de rebajado de las lengüetas influyen en la percepción de los oyentes, se realiza la prueba de  $\chi^2$  de Pearson, comparando si existen diferencias significativas en las clasificaciones de los oyentes utilizando los siguientes factores: mismo oboísta (un oboísta en los estímulos de la tarea 1 y cinco en los estímulos de la tarea 2), misma escuela de rebajado (tres tipos de rebajados), mismo molde (tres moldes en los estímulos de la tarea 1 y un molde en los estímulos de la tarea 2) y mismo grosor (dos grosores en los estímulos de la tarea 1 y en los estímulos de la tarea 2: dos grosores para el rebajado alemán y un grosor para el resto).

Se puede observar en la tabla 4.2, que ninguno de los factores utilizados (escuela, molde, grosor) en los estímulos de la tarea 1 es significativamente diferenciador y que el único parámetro que se diferencia es el intérprete para los estímulos de la tarea 2 ( $p=,009$ ), por lo que se puede afirmar que el rebajado no se percibe en la diferenciación del timbre del oboe (cf. A.25, A.26, A.27, A.28, A.29 y A.30 para más detalle).

Tests (Pearson) $\chi^2$				
Factor	Estímulos	$\chi^2$	gl	Asymp. Sig. (2-sided)
Misma escuela de rebajado	1	1,01	1	,314
	2	,418	1	,518
Mismo grosor	1	,104	1	,747
	2	2,89	1	,089
Mismo molde	1	,796	1	,372
	2	-	-	-----
Mismo oboísta	1	-	-	-----
	2	6,90	1	<b>,009</b>

Tabla 4.2. Resumen de la prueba de  $\chi^2$  de Pearson comparando las agrupaciones de los oyentes según los diferentes factores para los diferentes conjuntos de estímulos.

Se realiza un escalamiento multidimensional (PROXSCAL) sobre las matrices de respuestas de las agrupaciones libres utilizando un modelo de dos dimensiones, para poder estudiar si los oyentes utilizan criterios similares en sus clasificaciones. La dispersión

explicada por estas dimensiones es: DAF=72% (estímulos de la tarea 1) y DAF=61% (estímulos de la tarea 2). En ninguno de los dos casos puede deducirse ninguna dimensión que explique las agrupaciones de los oyentes (figura 4.14 y 4.15).

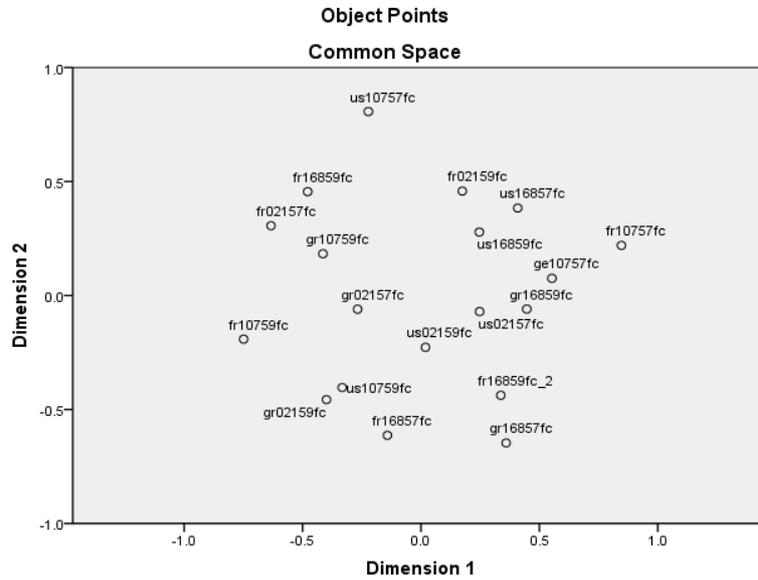


Figura 4.14. Escalamiento multidimensional de los estímulos de la tarea 1. Las dos primeras letras codifican el tipo de rebajado, las tres siguientes cifras el molde y las dos últimas cifras el grosor, las dos últimas letras indican el intérprete.

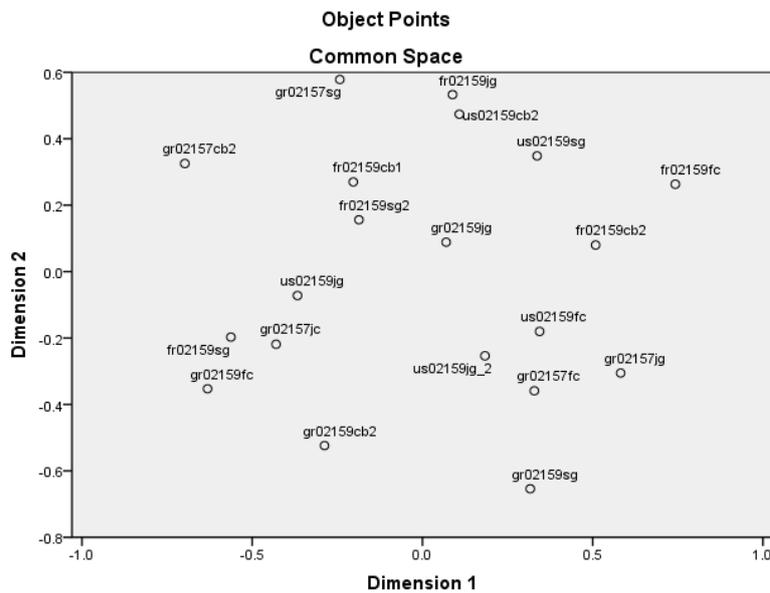


Figura 4.15. Escalamiento multidimensional de los estímulos de la tarea 2. Las dos primeras letras codifican el tipo de rebajado, las tres siguientes cifras el molde y las dos últimas cifras el grosor, las dos últimas letras indican el intérprete.

#### **4.5.4. Discusión**

El análisis de los datos del experimento principal no hace más que confirmar todos los resultados obtenidos anteriormente en el experimento preliminar. Al utilizar en esta ocasión sonidos no complejos, los resultados de la tabla 4.2 demuestran que ningún elemento de fabricación de la lengüeta es susceptible a la percepción, sino que el único factor que se distingue son los diferentes intérpretes para los estímulos de la tarea 2. Así pues, los estilos de rebajado no aparecen como un elemento significativo en general en la escucha del timbre del oboe.

#### **4.5.5. Conclusiones**

El principal resultado de este experimento es que el estilo de rebajado tiene un mínimo impacto sobre el reconocimiento del timbre. Se partía de la hipótesis de que los diferentes estilos de rebajados en las lengüetas del oboe alteran el “color” de las notas y que estos cambios de “color” pueden ser percibidos por los oyentes.

Cuando en un conjunto de estímulos se disminuyen los factores que marcan la diferencia entre ellos, los oyentes deberían prestar toda su atención en los factores que quedan, si son perceptivamente relevantes. Tanto en el experimento preliminar como en el principal, los oyentes no tienen suficiente consistencia para agrupar los sonidos dependiendo del factor escuela de rebajado, así pues, se puede afirmar que el rebajado no es un factor perceptivamente relevante en este tipo de ejercicios.

En conclusión, el experimento preliminar no encuentra una influencia significativa y, sobre todo, el experimento principal confirma muy claramente que no hay influencia del rebajado en la percepción del timbre de las notas normalizadas, realizadas con un mismo oboe y oboísta, variando solamente las lengüetas. Si se añaden varios oboístas, se perciben diferencias entre las notas generadas por los oboístas, pero el rebajado destaca cada vez menos. Se confirman y se profundizan los resultados de Snitkin (1975): los oyentes pueden distinguir a los oboístas pero no los rebajados. De hecho, cuando los oyentes deben clasificar por similitud sonidos de oboe normalizados, encuentran que la tarea es difícil y no emergen criterios obvios. Esta conclusión, contradice el discurso dominante de los oboístas que, en general y tal y como se ha podido ver en las hipótesis, hablan de

diferencias en el “color” del sonido dependiendo del tipo de rebajado. Así pues, tras no haber sido validada esta hipótesis se debe indagar en el estudio propioceptivo (*cf.* punto 4.7) y por qué los oboístas son tan sensibles al estilo de rebajado.

## **4.6. Estudio acústico**

### **4.6.1. Introducción**

El estudio principal parte de la base del estudio preliminar, con la diferencia de haber controlado al máximo las variabilidades existentes en la fabricación de las lengüetas realizadas en el experimento preliminar. Tal y como se ha explicado en el punto 4.3, se han creado dieciocho lengüetas a partir de seis secciones diferentes de caña, de forma que de cada sección de tubo se obtienen tres palas diferentes, cada una para uno de los estilos de rebajado utilizado: francés, alemán y americano.

Además, en este estudio se han incorporado nuevos parámetros que influyen en la construcción de las lengüetas, es decir, no sólo el rebajado, sino también el molde de las palas y el grosor del gubiado interno de éstas.

Después del análisis de datos, se ha comprobado que la utilización del molde 168 desvirtúa de manera considerable los datos referentes a la afinación, ya que es un molde desproporcionado en todas sus partes respecto a los demás moldes utilizados en esta investigación, es excesivamente ancho ofreciendo grandes dificultades en la interpretación.

Las medidas de los moldes se dividen en tres partes básicas: la longitud del molde (que está relacionada con la posibilidad de sacar más pala o menos pala respecto al tudel cuando se ata la lengüeta); la anchura en su mayor punto de grosor (en la punta); y la anchura en la parte de atrás coincidente con el final del tudel. En el molde 168 en concreto, la anchura máxima es excesiva respecto a la longitud de la pala, proporcionando una superficie de vibración demasiado grande para las cañas del oboe. Este problema va a afectar a la ejecución de la afinación, ya que al ser una superficie más amplia de vibración, se necesita un mayor aporte de velocidad de aire para interpretar correctamente las notas de forma afinada y controlar el sonido resultante.

No obstante, si se construye una caña de oboe de amor, por poner un ejemplo, que necesita una lengüeta de menor longitud y con una superficie de vibración menor, este molde sería perfecto para estas características. En consecuencia, si se extrapola este principio a las lengüetas del oboe y se varían las proporciones de las lengüetas utilizadas en esta investigación, disminuyendo la longitud total y como consecuencia la superficie vibrante, se puede conseguir paliar los problemas de afinación mencionados anteriormente. Sin embargo, al hacer esto, se varían las longitudes estándares de las lengüetas en las escuelas francesas y alemanas, no pudiendo ser utilizadas en este experimento como lengüetas tipo.

Como se observa en las figuras 4.16, 4.17 y 4.18, el molde 168 (número 3) se queda mucho más bajo en afinación que los otros dos moldes utilizados, es por ello que se decide prescindir de los datos recogidos por el molde 3 cuando se analizan los resultados de la afinación, para así no desvirtuar las medidas obtenidas.

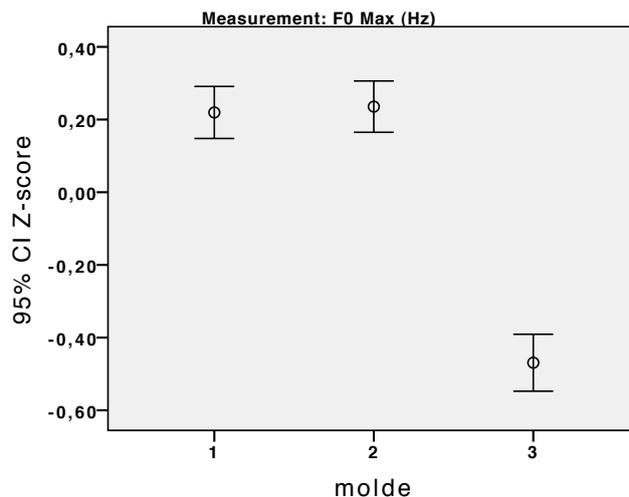


Figura 4.16. Medias con intervalo de confianza de los diferentes moldes en el parámetro frecuencia máxima (en Hz).

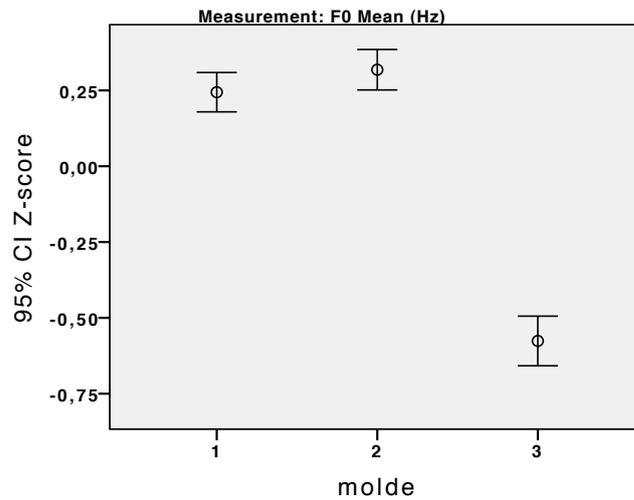


Figura 4.17. Medias con intervalo de confianza de los diferentes moldes en el parámetro frecuencia media (en Hz).

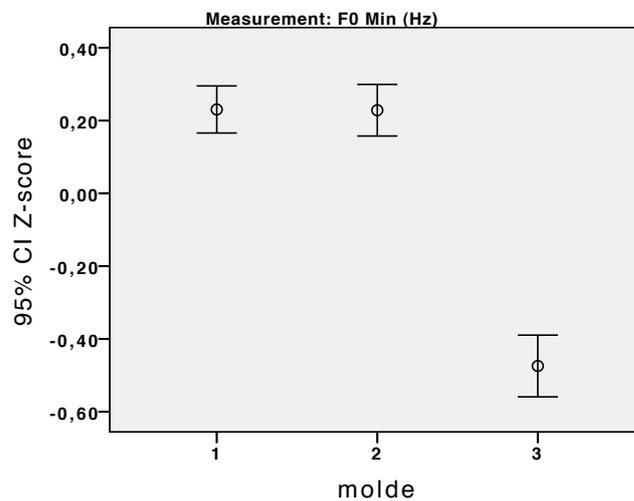


Figura 4.18. Medias con intervalo de confianza de los diferentes moldes en el parámetro frecuencia mínima (en Hz).

#### 4.6.2. Hipótesis

Como se explicaba en las hipótesis del experimento preliminar (*cf.* punto 3.5.1), la facilidad y el control de ejecución de los diferentes ejercicios suelen estar asociados a conceptos de rigidez y flexibilidad de las lengüetas. Los diferentes estilos de rebajado otorgan características más o menos rígidas y flexibles dependiendo de la cantidad de madera que sea eliminada en las diferentes secciones de la pala de la lengüeta. Así pues, las hipótesis que se formulan tienen relación con los conceptos de flexibilidad y rigidez aportados por los diferentes estilos de rebajado.

Asimismo, los otros dos parámetros introducidos en este estudio, los diferentes moldes y grosores de las palas, van a colaborar en la facilidad y en el control de la ejecución de los ejercicios del oboe. Es decir, los dos grosores utilizados complementan las características de rigidez y flexibilidad otorgadas por los estilos de rebajado, mientras que los diferentes moldes aportan características de equilibrio a la forma global de las lengüetas. Sin embargo, estos dos factores no son tan determinantes en la fabricación de las lengüetas como los estilos de rebajado, por lo que se emite la hipótesis que tanto el grosor como el molde de las palas, influyen en algunos de los parámetros acústicos estudiados y siempre en menor medida que los diferentes tipos de rebajado.

Por consiguiente, se emite la hipótesis que las lengüetas más rígidas, con mayor grosor de pala y más equilibradas en el molde serán las que mejor funcionen en las mediciones de la afinación y su estabilidad, de la intensidad y su estabilidad, de la armonicidad y su estabilidad y de los parámetros acústicos asociados a la medición del timbre. En cuanto a la facilidad de vibración, se emite la hipótesis que las lengüetas más flexibles, con el menor grosor y menor superficie de vibración (molde más pequeño) serán las más idóneas.

### **4.6.3. Método y material**

#### **4.6.3.1. Mediciones acústicas**

Para el análisis de las mediciones acústicas se utilizan todos los ejercicios grabados del micrófono de cercanía, para así mantener constante la distancia entre el micrófono y la fuente sonora, sobre todo para la fiabilidad de las mediciones de la intensidad y su estabilidad.

El ejercicio arpeggio se corta en notas individuales, ya que al estar separadas por silencios no existe ningún problema de reverberación, obteniendo un total de siete notas individuales por cada arpeggio grabado.

Por cada ejercicio hay 181 muestras sonoras grabadas, dando una suma total de 1991 muestras sonoras para todo el análisis acústico.

#### **4.6.3.2. Mediciones físicas de las lengüetas**

Además de realizar las mediciones acústicas según los estilos de rebajado, también se ha procedido a medir las dimensiones físicas de las dieciocho lengüetas utilizadas en este experimento, para poder analizar si alguna dimensión física está relacionada con los parámetros acústicos que se van a estudiar. En efecto, la categorización en tres estilos de rebajado (o tres moldes) es reductora respecto al continuo de dimensiones geométricas de cada lengüeta, sobre todo en un proceso que no es industrial y que utiliza materiales naturales. Se estudia pues si las dimensiones reales de la lengüeta pueden explicar mejor la variabilidad acústica que las categorías generales de estilo de rebajado.

Para ello se miden todas las lengüetas desde diferentes partes y después se calculan las diferencias de grosores, superficies, ratios, etc. (tablas 4.aa y 4.bb). La figura 4.18b muestra con una numeración a qué parte de la lengüeta corresponde los valores medidos de la tabla 4.aa.

*Influencias en la percepción sonora y en la interpretación del rebajado de la lengüeta del oboe*

caña	grosor gubia do centro	longitud rebajado	grosor de la punta a 1 mm						dist7 ancho 7	dist8 libre 8	dist9 largo 9	gr10 corazon 10	dist11 cor-punta 11	gr12 atrás 12	dist13 cor-atrás 13	forma 14
			Lado 1			Lado 2										
			gr1 izda 1	gr2 centro 2	gr3 dcha 3	gr4 izda 4	gr5 centro 5	gr6 dcha 6								
us16857	57	19	11	19	14	9	18	14	7,50	23,50	70,05	46	2,75	58	16,26	168
fr02159	59	11,03	13	28	10	13	26	13	7,13	25,82	72,90	37	1,72	53	9,58	21
ge16857	57	10,33	17	24	13	12	24	11	7,35	25,98	72,93	41	1,10	54	9,21	168
us02159	59	20,78	10	14	12	13	18	15	7,18	23	70,05	43	2,60	58	18,14	21
fr10757	57	11,05	11	26	11	14	24	11	7,10	25,48	72,94	39	1,86	50	9,13	107
ge02159	59	10,14	12	22	15	18	30	12	7,15	25,95	72,91	41	1,12	56	9,04	21
us10757	57	19,34	14	16	14	14	19	21	7,13	23,90	70,06	48	3,00	57	16,42	107
fr16859	59	11,06	11	21	11	13	22	13	7,40	25,95	72,99	36	1,70	55	9,37	168
ge10757	57	9,90	16	29	15	20	25	15	7,13	25,41	72,91	45	1,18	55	8,75	107
us16859	59	20,12	15	16	14	17	18	16	7,60	23,17	70,25	48	2,72	59	17,30	168
fr02157	57	11,10	12	25	11	10	27	12	7,19	25,96	72,93	40	1,75	54	9,42	21
ge10759	59	9,91	16	23	13	16	20	13	7,14	25,41	72,97	42	1,06	54	8,92	107
us02157	57	20,58	12	16	12	11	18	12	7,24	23,17	70,01	46	2,51	57	18,01	21
fr10759	59	11,07	13	25	12	13	24	11	7,13	26,20	72,93	35	1,80	55	9,37	107
ge02157	57	10,37	15	24	15	16	25	15	7,18	25,82	72,96	45	1,15	53	8,95	21
us10759	59	19,05	12	13	13	10	13	12	7,16	23,28	70,03	40	2,40	61	16,63	107
fr16857	57	11,13	12	20	10	12	20	10	7,40	26,13	72,93	38	1,86	52	9,33	168
ge16859	59	10,17	15	22	13	14	25	15	7,45	25,71	72,91	45	1,20	57	8,92	168

dist rebajado: longitud de rebajado  
 gr1 izda: grosor de la punta en el lado izquierdo de la pala 1  
 gr2 centro: grosor de la punta en el centro de la pala 1  
 gr3 dcha: grosor de la punta en el lado derecho de la pala 1  
 gr4 izda: grosor de la punta en el lado izquierdo de la pala 2  
 gr5 centro: grosor de la punta en el centro de la pala 2  
 gr6 dcha: grosor de la punta en el lado derecho de la pala 2  
 dist7 ancho: anchura de la caña  
 dist8 libre: longitud de la caña (del atado a la punta)  
 dist9 largo: longitud total  
 gr10 corazon: grosor del corazón  
 dist11 cor-punta: longitud del corazón a la punta  
 gr12 atrás: grosor de atrás  
 dist13 cor-atrás: longitud atrás al corazón

Tabla 4.aa. Mediciones físicas de todas las lengüetas utilizadas en el experimento principal.

4. Estudio principal: percepción tímbrica, estudio acústico y evaluación interpretativa y auditiva



Figura 4.18b. Esquema de las mediciones físicas realizadas en las lengüetas relacionadas con la tabla 4.aa.

caña	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	q
us16857	15,75	14,75	15,25	1,00	30,75	3,02	12,00	1,26	42,75	3,80	176,25	20,63	121,95	33,68	46,55	-0,45	5,91
fr02159	19,75	19,50	19,63	0,25	17,38	1,89	16,00	1,43	33,38	2,70	184,10	12,26	68,31	103,53	47,08	0,08	5,57
ge16857	19,50	17,75	18,63	1,75	22,38	2,20	13,00	1,32	35,38	2,90	190,95	8,09	67,69	115,17	46,95	-0,05	8,37
us02159	12,50	16,00	14,25	3,50	28,75	3,02	15,00	1,35	43,75	4,07	165,14	18,67	130,25	16,23	47,05	0,05	6,98
fr10757	18,50	18,25	18,38	0,25	20,63	2,12	11,00	1,28	31,63	2,72	180,91	13,21	64,82	102,88	47,46	0,46	4,91
ge02159	17,75	22,50	20,13	4,75	20,88	2,04	15,00	1,37	35,88	2,78	185,54	8,01	64,64	112,90	46,96	-0,04	8,07
us10757	15,00	18,25	16,63	3,25	31,38	2,89	9,00	1,19	40,38	3,43	170,41	21,39	117,07	31,94	46,16	-0,84	5,47
fr16859	16,00	17,50	16,75	1,50	19,25	2,15	19,00	1,53	38,25	3,28	192,03	12,58	69,34	110,11	47,04	0,04	5,51
ge10757	22,25	21,25	21,75	1,00	23,25	2,07	10,00	1,22	33,25	2,53	181,17	8,41	62,39	110,37	47,50	0,50	7,42
us16859	15,25	17,25	16,25	2,00	31,75	2,95	11,00	1,23	42,75	3,63	176,09	20,67	131,48	23,94	47,08	0,08	6,36
fr02157	18,25	19,00	18,63	0,75	21,38	2,15	14,00	1,35	35,38	2,90	186,65	12,58	67,73	106,34	46,97	-0,03	5,38
ge10759	18,75	17,25	18,00	1,50	24,00	2,33	12,00	1,29	36,00	3,00	181,43	7,57	63,69	110,17	47,56	0,56	8,42
us02157	14,00	14,75	14,38	0,75	31,63	3,20	11,00	1,24	42,63	3,97	167,75	18,17	130,39	19,19	46,84	-0,16	7,18
fr10759	18,75	18,00	18,38	0,75	16,63	1,90	20,00	1,57	36,63	2,99	186,81	12,83	66,81	107,16	46,73	-0,27	5,21
ge02157	19,50	20,25	19,88	0,75	25,13	2,26	8,00	1,18	33,13	2,67	185,39	8,26	64,26	112,87	47,14	0,14	7,78
us10759	12,75	12,00	12,38	0,75	27,63	3,23	21,00	1,53	48,63	4,93	166,68	17,18	119,07	30,43	46,75	-0,25	6,93
fr16857	15,50	15,50	15,50	0,00	22,50	2,45	14,00	1,37	36,50	3,35	193,36	13,76	69,04	110,56	46,80	-0,20	5,02
ge16859	18,00	19,75	18,88	1,75	26,13	2,38	12,00	1,27	38,13	3,02	191,54	8,94	66,45	116,15	47,20	0,20	7,43

a) g14 medio punta 1: grosor medio de la punta en la pala 1  
b) g15 medio punta 2: grosor medio de la punta en la pala 2  
c) g16 medio punta: media del grosor medio de las dos palas  
d) dg17 asim punta: diferencia de grosor en la punta entre las dos palas  
e) dg 18 cora punta: diferencia del grosor del corazón y del grosor medio de la punta  
f) rg 19 cora punta: ratio del grosor del corazón entre el grosor medio de la punta  
g) dg 20 atrás cora: diferencia del grosor de atrás y del grosor del corazón  
h) rg 21 atrás cora: ratio del grosor de atrás entre el grosor del corazón  
i) dg 22 atrás punta: diferencia del grosor de atrás y del grosor medio de la punta  
j) rg 23 atrás punta: ratio del grosor de atrás entre el grosor medio de la punta  
k) su 24 libre: superficie = anchura caña por longitud caña (del atado a la punta)  
l) su 25 cor punta: superficie = anchura caña por longitud del corazón a la punta  
m) su 26 cor atrás: superficie = anchura caña por longitud atrás al corazón  
n) su sin raspar: diferencia de su 24 menos su 25 y su 26  
o) dd 9-8: diferencia de la longitud de la caña y la longitud total  
p) dd 9-8 47 mm: diferencia de dd9-8 y el tudel (47 mm)  
q) rd 13/11: ratio de la longitud de atrás al corazón entre la longitud del corazón a la punta

Tabla 4.bb. Mediciones calculadas de las diferencias de grosores, superficies y ratios de todas las lengüetas utilizadas en el experimento principal.

#### **4.6.4. Respuestas acústicas globales de las lengüetas**

Utilizando el programa Praat (Boersma y Weenink, 2011) se miden los principales parámetros acústicos que se agrupan en diferentes categorías representativas del funcionamiento de la lengüeta del oboe.

Cabe indicar que todos los ficheros de sonidos se recortan previamente a mano, para después realizar el análisis solamente sobre la parte armónica (con una altura definida) que se calcula automáticamente con Praat. Se remarca que tanto la frecuencia mínima como la máxima esperada se predeterminan para todos los ejercicios, de forma que se obtiene una mejor resolución en los gráficos y se suprimen saltos de octava en el cálculo de frecuencias.

##### **4.6.4.1. Mediciones relativas a la afinación**

###### **4.6.4.1.1. Frecuencia media (en Hz)**

Un ANOVA de varios factores (tabla 4.3) muestra que el rebajado ( $F=1260,7$ ,  $p<,001$ ,  $\eta^2=,685$ ), el oboísta ( $F=203,46$ ,  $p<,001$ ,  $\eta^2=,637$ ) y el grosor ( $F=77,81$ ,  $p<,001$ ,  $\eta^2=,063$ ) son los factores individuales que tienen una influencia significativa, siendo el rebajado el factor más influyente. Además, todos estos factores individuales provocan efectos cruzados de forma significativa. Es relevante indicar que el molde no tiene la menor influencia y que los factores rebajado y oboísta, explican casi el 70% de los valores obtenidos (*cf.* A.31 para más detalle).

Se puede observar en la figura 4.19 que el rebajado americano es el que mayor frecuencia media obtiene respecto al alemán y al francés respectivamente. Por consiguiente, el rebajado americano es el más estable en la afinación, provocando medias mucho más parecidas entre ellas que los dos rebajados anteriormente citados.

En la figura 4.20 se puede observar que las diferencias de rebajado obtenidas no son causadas por la variabilidad entre las lengüetas, sino que estas diferencias son provocadas por los diferentes estilos de rebajado. Así pues, todas las lengüetas americanas utilizadas en este experimento son más estables en la afinación que las alemanas y las francesas, sin existir diferencias significativas entre ellas mismas.

Origen	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Sig.	Eta al cuadrado parcial
Modelo corregido	753,012	119	6,328	47,140	0,000	0,829
Intersección	130,435	1	130,435	971,685	0,000	0,456
rebajado	338,465	2	169,232	1260,714	0,000	0,685
molde	0,231	1	0,231	1,718	0,190	0,001
grosor	10,445	1	10,445	77,811	0,000	0,063
oboista	273,124	10	27,312	203,467	0,000	0,637
rebajado * molde	1,860	2	0,930	6,929	0,001	0,012
rebajado * grosor	2,005	2	1,003	7,469	0,001	0,013
rebajado * oboista	10,344	19	0,544	4,056	0,000	0,062
molde * grosor	1,004	1	1,004	7,483	0,006	0,006
molde * oboista	7,650	9	0,850	6,332	0,000	0,047
grosor * oboista	7,698	10	0,770	5,735	0,000	0,047

Tabla 4.3. Análisis de varianza factorial sobre la frecuencia media (en semitonos) para los factores rebajado, molde, grosor y oboista.

Como muestra la tabla 4.3, el efecto cruzado entre rebajado y oboista es igualmente significativo y se aprecia en la figura 4.21 que el rebajado americano es el que mayor frecuencia media obtiene siendo muy significativo para todos los oboístas.

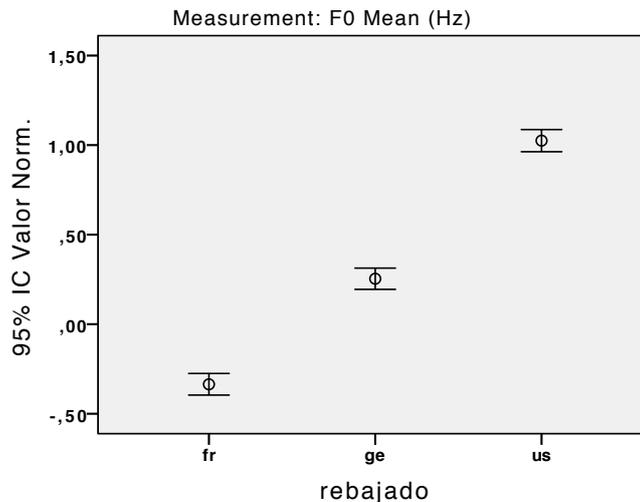


Figura 4.19. Medias con intervalo de confianza de los diferentes estilos de rebajado en el parámetro frecuencia media (en Hz).

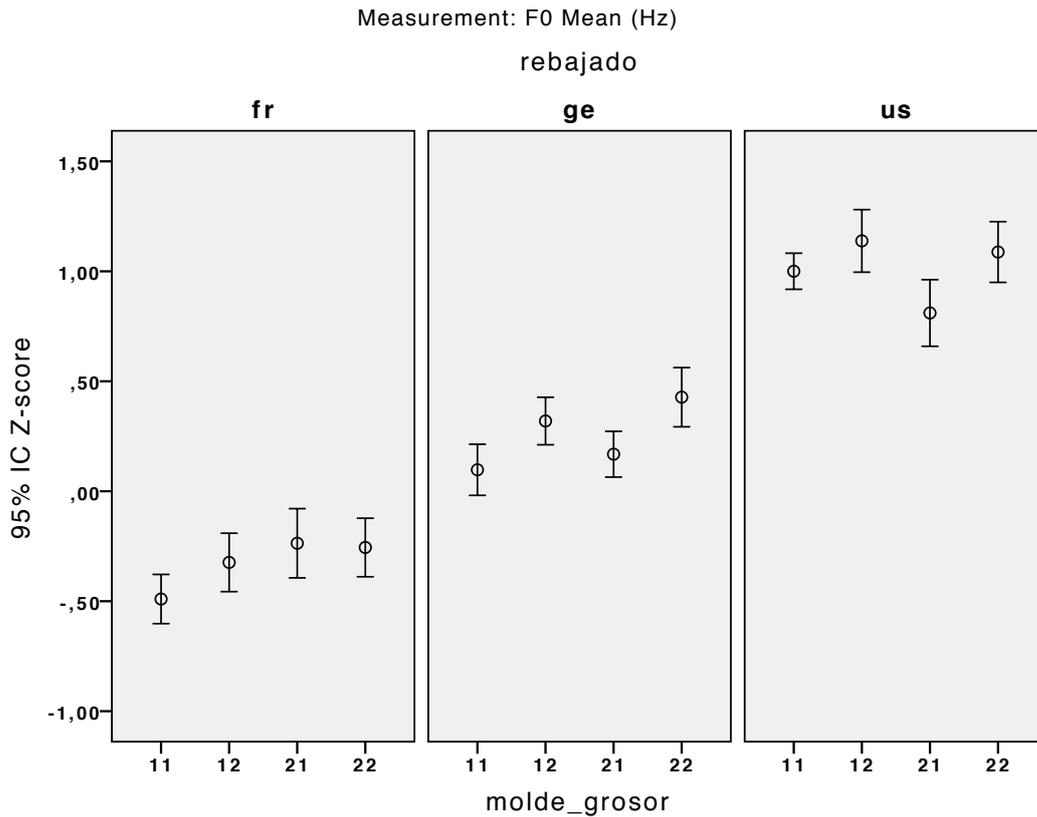


Figura 4.20. Medias con intervalo de confianza comparando todas las lengüetas según el molde, grosor y estilos de rebajado en el parámetro frecuencia media (en Hz). El primer número hace referencia al molde (1=21; 2=107; 3=168) y el segundo número al grosor (1=57 mm; 2=59 mm).

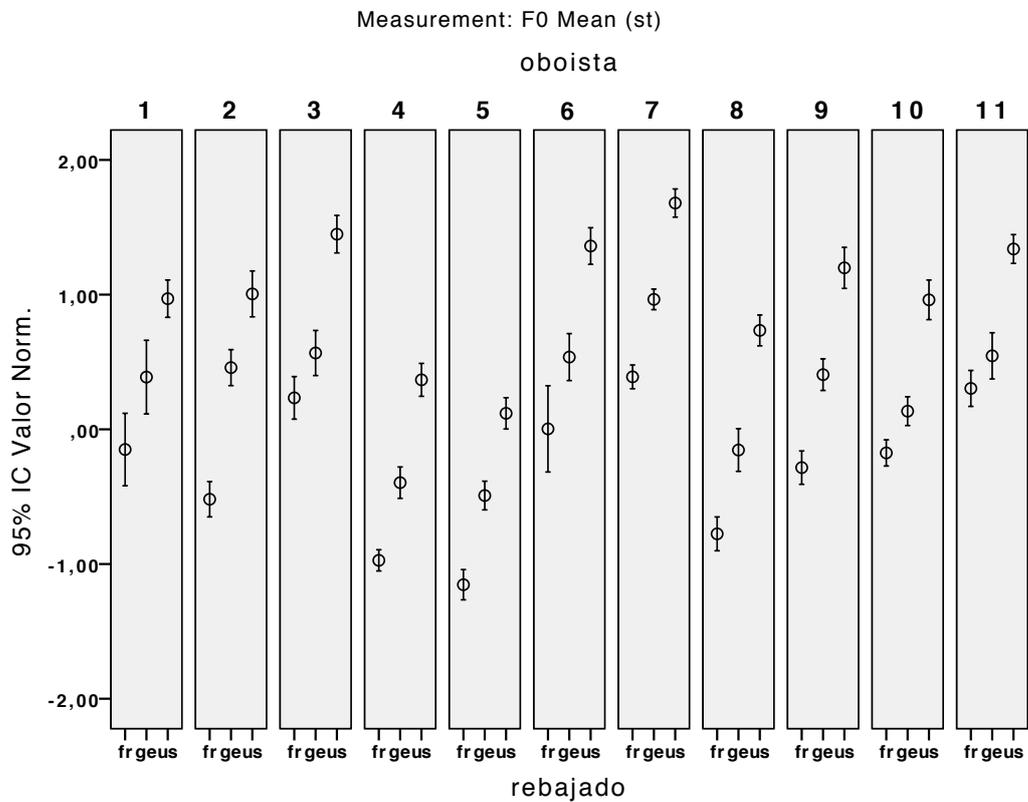


Figura 4.21. Medias con intervalo de confianza de los diferentes estilos de rebajado en función de los oboístas en el parámetro frecuencia media (en Hz).

Al analizar las lengüetas de todos los oboístas, se observa que la lengüeta con el molde 107 y grosor 59 mm en el oboísta 3 es la lengüeta donde más diferencias de frecuencia media existe entre rebajados en la nota  $do_6$  del ejercicio arpeggio. La figura 4.22 confirma visualmente las diferencias existentes entre el rebajado francés (el más bajo en afinación) el alemán (que se sitúa en el centro) y el americano (el más alto en afinación) de la figura 4.21.

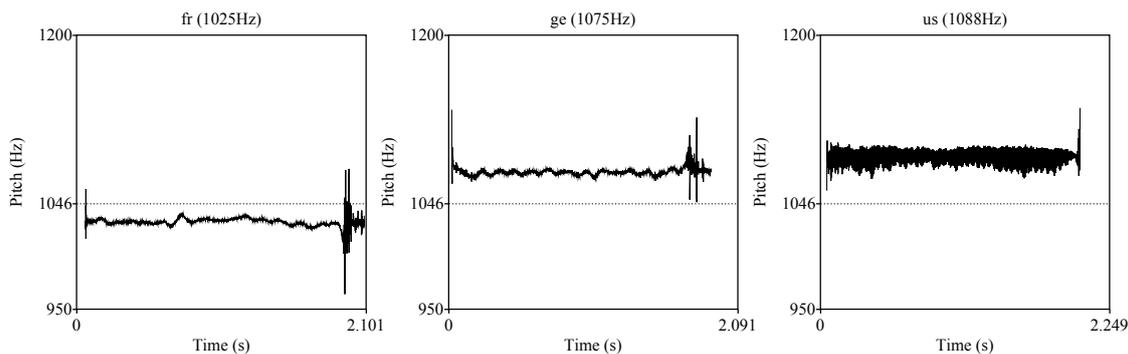


Figura 4.22. Frecuencia fundamental (en Hz) de la nota  $do_6$  para las lengüetas francesa, alemana y americana con el molde 107 y el grosor 59 del oboísta 3. Se añade la frecuencia de referencia para el  $do_6$  (1046,5Hz)

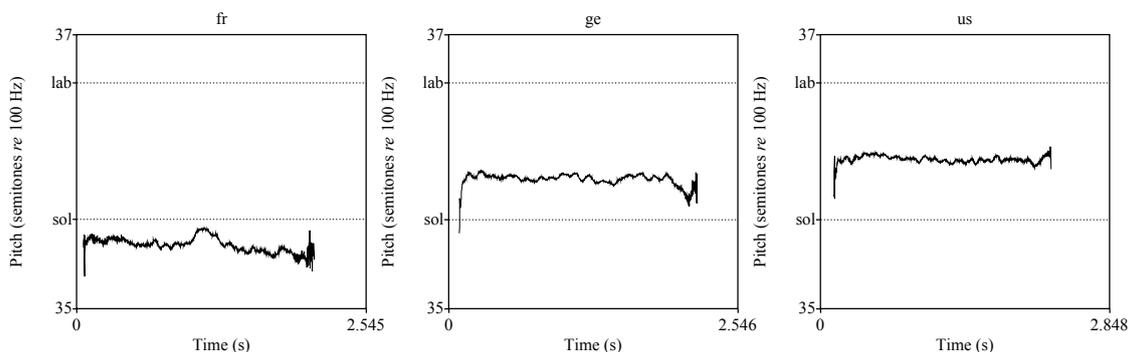


Figura 4.23. Frecuencia fundamental (en semitonos respecto a 100Hz) de la nota  $sol_5$  para las lengüetas francesa, alemana y americana con el molde 21 y el grosor 59 del oboísta 2. Se añade la frecuencia de referencia para el  $sol_5$  y el  $la_bemol_5$ .

Para un mismo oboísta, molde y grosor de lengüeta, el rebajado suele provocar desviaciones cercanas al semitono, con la lengüeta francesa siendo la más grave, y la americana la más aguda como se puede observar en las figuras 4.22 y 4.23. Respecto a la afinación, hay que apuntar que el oboísta mantiene la afinación para todas las notas de una lengüeta: si una lengüeta tiene tendencia a tener una afinación baja, esa diferencia de afinación se mantiene para todas las notas del oboe. Como norma general, los oboístas fabrican sus lengüetas utilizando un molde, grosor, rebajado, tudel, etc. que les ayuda a mantener una afinación correcta, es decir, cuando una lengüeta está construida a partir de

elementos que le otorgan unas características bajas en afinación, esa lengüeta se mantendrá baja en todo el registro del oboe y viceversa si la lengüeta se queda alta. Es por eso, que los oboísta profesionales perfeccionan su técnica de rebajado para conseguir el máximo ajuste de la lengüeta a una afinación correcta y estable.

En el experimento, los oboístas grababan todos los ejercicios para una lengüeta dada antes de pasar a la siguiente, con lo que generalmente tenían una afinación coherente en el primer ejercicio realizado con esa lengüeta.

Si se analizan los resultados de la frecuencia media dependiendo de las dimensiones o medidas físicas de las lengüetas y no sólo del estilo de rebajado, se puede observar en la tabla 4.3b que una gran parte de las dimensiones de las lengüetas influyen en la frecuencia media, sobre todo las referentes al grosor de la punta y a la superficie de la pala, tanto rebajada como libre. Esto confirma que el estilo de rebajado sea el parámetro más influyente en la frecuencia media, como se ha visto en las mediciones anteriores, ya que lo que más marca la diferencia entre los estilos de rebajado es el grosor y la forma de la punta y la superficie de rebajado. El  $R^2$  corregido obtenido es muy alto ( $R^2 = ,742$ ). Sin embargo la variabilidad explicada por las dimensiones físicas de la lengüeta con esta regresión múltiple es ligeramente inferior a los resultados del análisis de varianza anterior con factores categóricos ( $R^2 = \eta^2$  del modelo corregido = ,829 *cf.* tabla 4.3). Es más, un análisis de varianza con medidas repetidas utilizando únicamente el estilo de rebajado y sus tres categorías indica que el rebajado por sí solo explica una variabilidad similar de frecuencia ( $\eta^2 = ,715$  *cf.* tabla A.41). Teniendo en cuenta que las dimensiones físicas de la lengüeta reflejan no solamente el rebajado, sino también el molde, el grosor y las variabilidades propias de la caña y del proceso de fabricación, podemos decir que las dimensiones físicas de la lengüeta no aportan una información considerable a las tres categorías de rebajado estudiadas en esta investigación.

Resumen del modelo									
Modelo	R	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> corregida	Error típ. de la estimación	Estadísticos de cambio				
					Cambio en R <sup>2</sup>	Cambio en F	g11	g12	Sig. Cambio en F
15	0,862	0,743	0,742	0,50690142	0,001	9,643	1	1798	0,002

Coeficientes <sup>a,b</sup>						
Modelo		Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.
		B	Error típ.	Beta		
15	(Constante)	-119,197	16,977		-7,021	0,000
	su24 libre	-0,882	0,093	-7,710	-9,468	0,000
	rd13/11	0,063	0,020	0,074	3,105	0,002
	gr1 izda	0,154	0,013	0,310	12,017	0,000
	gr6 dcha	-0,044	0,009	-0,107	-5,011	0,000
	dg17 asim punta	0,049	0,020	0,057	2,378	0,018
	gr2 centro	-0,077	0,009	-0,358	-8,845	0,000
	dist8 libre	5,783	0,698	6,967	8,290	0,000
	dist7 ancho	18,323	2,275	2,777	8,052	0,000
gr5 centro	0,061	0,009	0,250	6,946	0,000	

a. Measurement = F0 Mean (Hz)  
b. Variable dependiente: Normalized values

Tabla 4.3b. Resumen del modelo (arriba) y coeficientes de las variables predictoras de la regresión de la variable dependiente frecuencia media (Hz) con todas las medidas físicas de las lengüetas. Se muestran los que sí tienen influencia sobre la variable dependiente (cf. leyenda de las variables en la tabla 4.aa y 4.bb)

#### 4.6.4.2. Mediciones relativas a la estabilidad de la afinación

##### 4.6.4.2.1. Delta de frecuencia

Un ANOVA de varios factores (tabla 4.4) muestra que el oboísta ( $F=5$ ,  $p<,001$ ,  $\eta^2=,042$ ), el rebajado ( $F=9,3$ ,  $p<,001$ ,  $\eta^2=,016$ ) y el grosor ( $F=4,1$ ,  $p=,041$ ,  $\eta^2=,004$ ) son los factores individuales que tienen una influencia significativa, siendo el oboísta el factor más influyente. Además, existe un efecto cruzado del rebajado\*el oboísta ( $F=2,3$ ,  $p=,001$ ,  $\eta^2=,037$ ). Es relevante indicar que el molde no tiene la menor influencia (cf. A.32 para más detalle).

En la figura 4.24 se observa que claramente el estilo de rebajado francés consigue un mayor delta en la frecuencia respecto al rebajado americano y el alemán respectivamente, es decir, las lengüetas francesas generan un mayor ámbito de afinación, por lo que son las que mayor inestabilidad producen en la afinación.

Origen	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Sig.	Eta al cuadrado parcial
Modelo corregido	166,794	119	1,402	1,670	0,000	0,146
Intersección	7,212	1	7,212	8,593	0,003	0,007
rebajado	15,714	2	7,857	9,362	0,000	0,016
molde	0,095	1	0,095	0,113	0,737	0,000
grosor	3,497	1	3,497	4,167	0,041	0,004
oboista	42,747	10	4,275	5,093	0,000	0,042
rebajado * molde	2,958	2	1,479	1,762	0,172	0,003
rebajado * grosor	0,175	2	0,088	0,104	0,901	0,000
rebajado * oboista	37,238	19	1,960	2,335	0,001	0,037
molde * grosor	0,796	1	0,796	0,948	0,330	0,001
molde * oboista	4,161	9	0,462	0,551	0,838	0,004
grosor * oboista	6,203	10	0,620	0,739	0,688	0,006

Tabla 4.4. Análisis de varianza factorial sobre el delta de la frecuencia para los factores rebajado, molde, grosor y oboista.

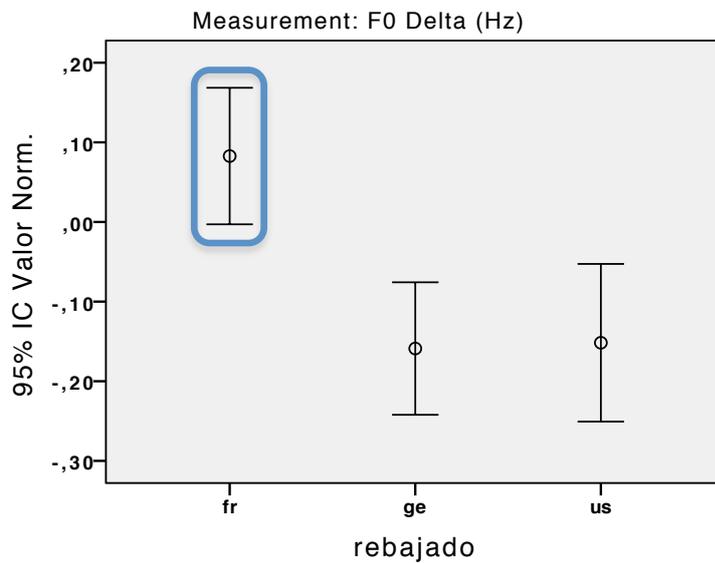


Figura 4.24. Medias con intervalo de confianza de los diferentes estilos de rebajado en el parámetro delta de la frecuencia (en Hz). Se marca con un círculo azul los valores que se diferencian significativamente.

Como se puede apreciar en la figura 4.25, el rebajado francés provoca, en general, una mayor diferencia en la afinación, excepto para los oboístas 1, 3, 9 y 11. Para algunos oboístas se presentan diferencias significativas, pero no para todos ellos.

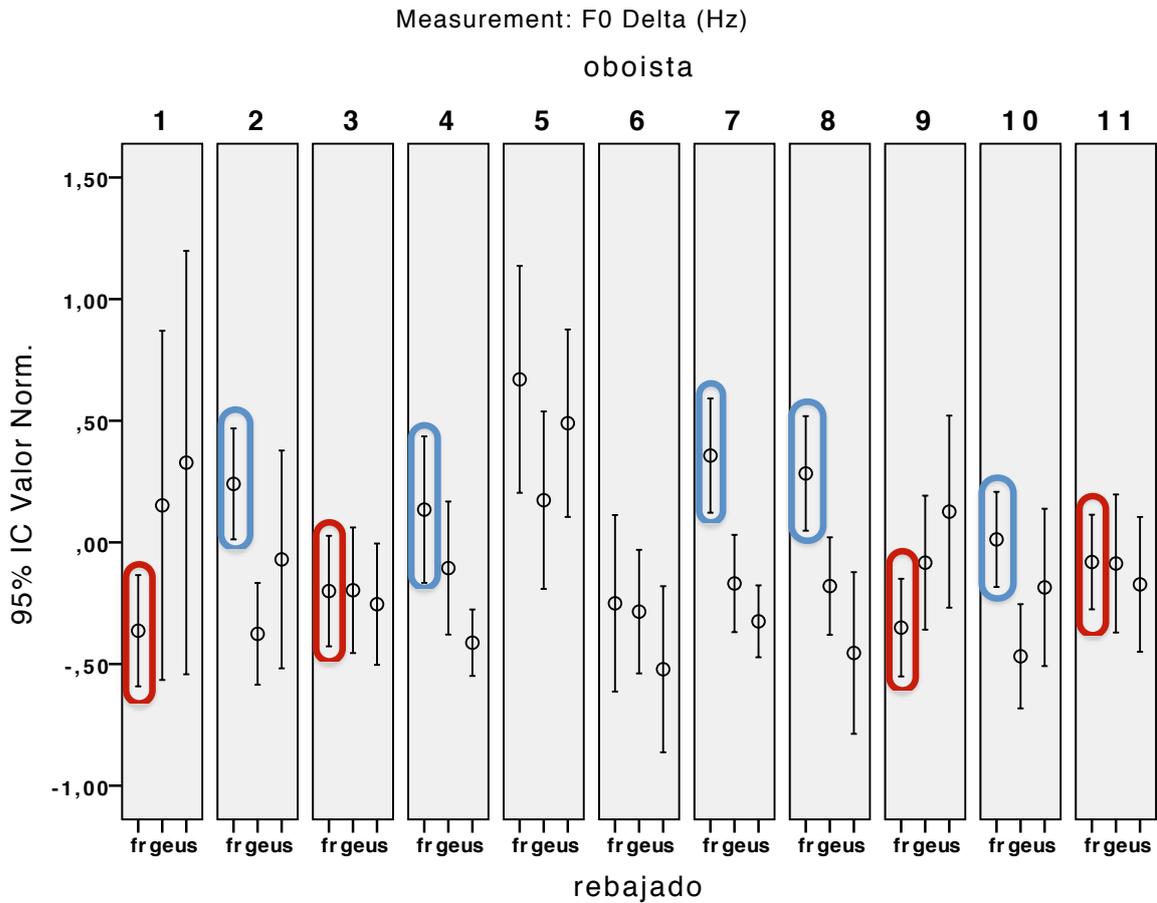


Figura 4.25. Medias con intervalo de confianza de los diferentes estilos de rebajado en función de los oboístas en el parámetro delta de la frecuencia (en Hz). Se marca con un círculo azul los valores que se diferencian significativamente y con un círculo rojo los valores contrarios a la media.

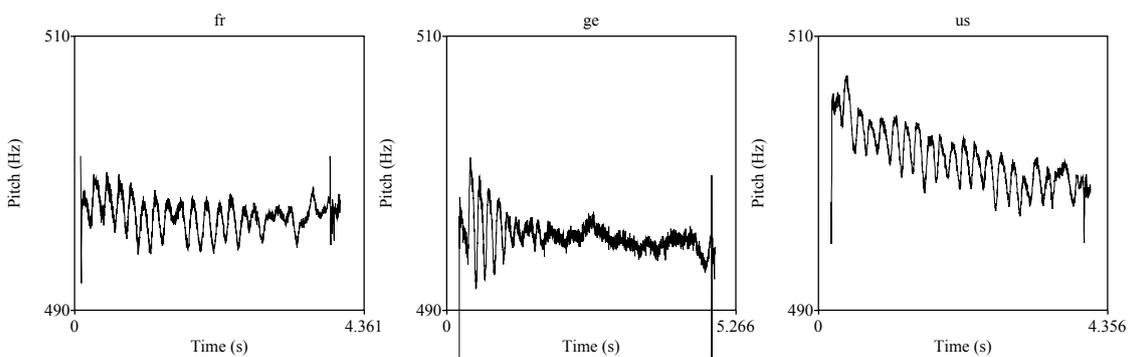


Figura 4.26. Gráfico de la frecuencia fundamental (en Hz) para las lengüetas francesa, alemana y americana con el molde 21 y grosor 57 y oboísta 4.

Como se puede observar en la figura 4.26, la medición del parámetro delta de la frecuencia, entendida como la diferencia entre la frecuencia más aguda y más grave dentro de la nota, es muy sensible a picos puntuales. Estos picos pueden corresponder a una diferencia real de frecuencia, por ejemplo un cambio de frecuencia rápido durante el ataque de la nota, a la inestabilidad de la nota o a errores sobre todo en la falsa detección

de frecuencias fundamentales en el final de la nota. Por ello, se utiliza esta medición específicamente para medir la caída de la afinación en el ejercicio *diminuyendo* (cf. punto 4.6.5), utilizando la desviación estándar de la frecuencia para medir la estabilidad de la lengüeta, ya que esta medición es menos sensible a picos puntuales.

Si se analizan los resultados del delta de la frecuencia dependiendo de las dimensiones físicas de las lengüetas y no sólo del estilo de rebajado, se puede observar en la tabla 4.4b que algunos grosores de la punta y la diferencia del grosor del centro de la pala y de la parte de atrás del rebajado son muy importantes, al igual que la longitud de la pala. En esta ocasión el R<sup>2</sup> corregido obtenido es muy bajo (R<sup>2</sup>=,018), comparable a la variabilidad explicada por el estilo de rebajado ( $\eta^2 = ,012$  cf. tabla A.41).

Resumen del modelo									
Modelo	R	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> corregida	Error típ. de la estimación	Estadísticos de cambio				
					Cambio en R <sup>2</sup>	Cambio en F	gl1	gl2	Sig. Cambio en F
5	0,143	0,020	0,018	0,98835945	0,002	3,921	1	1802	0,048

Coeficientes <sup>a,b</sup>						
Modelo		Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.
		B	Error típ.	Beta		
5	(Constante)	-0,830	0,736		-1,128	0,259
	gr3 dcha	-0,093	0,021	-0,149	-4,512	0,000
	rg31 centro lado	-0,722	0,144	-0,259	-5,015	0,000
	dist8 libre	0,162	0,042	0,195	3,879	0,000
	gr1 izda	-0,047	0,017	-0,094	-2,688	0,007
	dg20 atras cora	-0,016	0,008	-0,057	-1,980	0,048

a.Measurement = F0 Delta (Hz)  
b.Variable dependiente: Normalized values

Tabla 4.4b. Resumen del modelo (arriba) y coeficientes de las variables predictoras de la regresión de la variable dependiente delta de la frecuencia (Hz) con todas las medidas físicas de las lengüetas. Se muestran los que sí tienen influencia sobre la variable dependiente (cf. leyenda de las variables en la tabla 4.aa y 4.bb)

#### 4.6.4.2.2.Desviación estándar de la frecuencia (en semitonos)

Con este parámetro acústico se mide la estabilidad de la frecuencia para una nota dada. Un ANOVA de varios factores (tabla 4.5) muestra que el oboísta (F=5,3,  $p<,001$ ,  $\eta^2=,044$ ) y el rebajado (F=4,4,  $p=,012$ ,  $\eta^2=,008$ ) son los únicos factores individuales que tienen una influencia significativa. Además, existe un efecto cruzado del rebajado\*el oboísta (F=1,6,  $p=,032$ ,  $\eta^2=,027$ ). Es relevante indicar que ni el molde ni el grosor tienen la menor influencia (cf. A.33 para más detalle).

La figura 4.27 muestra que el rebajado francés es el que mayor desviación de la frecuencia provoca, sobre todo y de forma significativa respecto al rebajado alemán. El rebajado alemán, por tanto, es el más estable en la afinación, mientras que el francés es el que más inestabilidades produce. La figura 4.28 muestra que no existen diferencias entre las lengüetas, sino que las desviaciones provocadas en la frecuencia se deben a las diferencias entre los rebajados y no a las particularidades de las lengüetas. Se confirma que el rebajado francés es más inestable que el alemán, sobre todo para la lengüeta con molde 107 y grosor 57 mm. La figura 4.29 confirma que el rebajado francés es más inestable en la afinación, pero por el contrario, se obtienen resultados completamente diferentes para los oboístas 1, 3 y 9.

Origen	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Sig.	Eta al cuadrado parcial
Modelo corregido	174,777 <sup>b</sup>	119	1,469	1,578	0,000	0,139
Intersección	3,840	1	3,840	4,125	0,042	0,004
rebajado	8,297	2	4,149	4,457	0,012	0,008
molde	0,513	1	0,513	0,551	0,458	0,000
grosor	0,093	1	0,093	0,100	0,752	0,000
oboista	49,824	10	4,982	5,352	0,000	0,044
rebajado * molde	1,718	2	0,859	0,923	0,398	0,002
rebajado * grosor	0,072	2	0,036	0,039	0,962	0,000
rebajado * oboista	29,889	19	1,573	1,690	0,032	0,027
molde * grosor	0,101	1	0,101	0,108	0,742	0,000
molde * oboista	2,969	9	0,330	0,354	0,956	0,003
grosor * oboista	5,257	10	0,526	0,565	0,844	0,005

Tabla 4.5. Análisis de varianza factorial sobre la desviación estándar de la frecuencia (en semitonos) para los factores rebajado, molde, grosor y oboista.

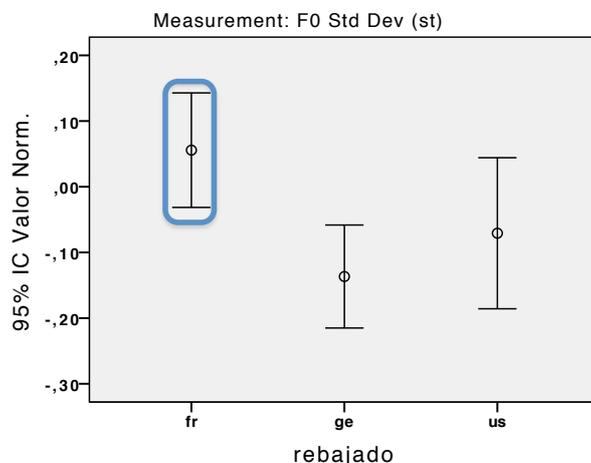


Figura 4.27. Medias con intervalo de confianza de los diferentes estilos de rebajado en el parámetro desviación estándar de la frecuencia (en semitonos). Se marca con un círculo azul los resultados que son significativos.

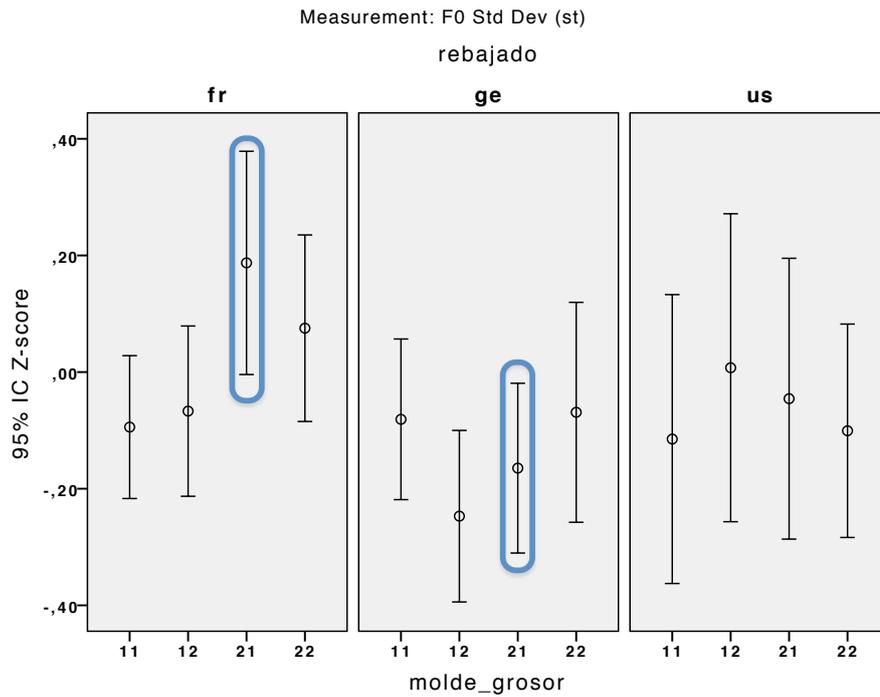


Figura 4.28. Medias con intervalo de confianza comparando todas las lengüetas según el molde, grosor y estilos de rebajado en el parámetro desviación estándar de la frecuencia (en semitonos). El primer número hace referencia al molde (1=21; 2=107; 3=168) y el segundo número al grosor (1=57 mm; 2=59 mm). Se marca con un círculo azul los resultados que son significativos.

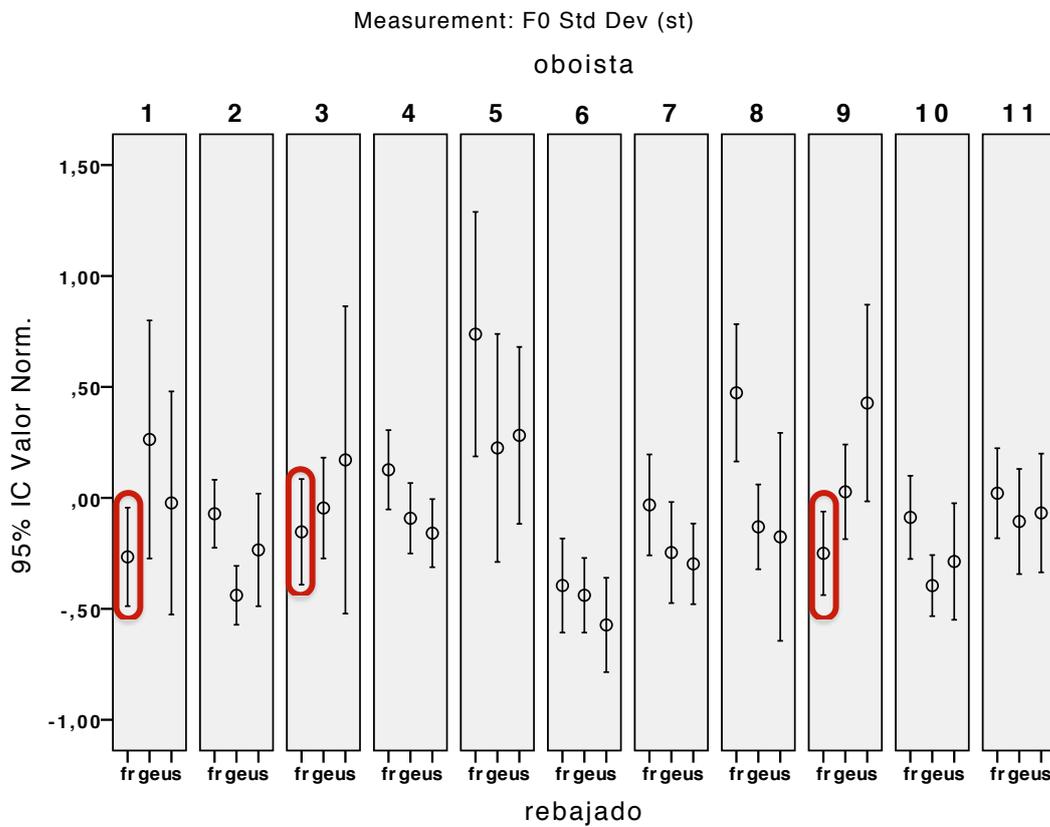


Figura 4.29. Medias con intervalo de confianza de los diferentes estilos de rebajado en función de los oboistas en el parámetro desviación estándar de la frecuencia (en semitonos). Se marca con un círculo rojo los resultados contrarios a la media.

La desviación estándar de la frecuencia fundamental puede ser debida a varios elementos. Por ejemplo, en la figura 4.30 se observa que los errores de funcionamiento de la lengüeta acarrearán automáticamente un aumento de la desviación de la frecuencia, por ejemplo cuando aparecen múltiples frecuencias concurrentes y subarmónicos, con una clara inestabilidad de la lengüeta (en este caso la americana para el do<sub>6</sub>).

Un segundo caso de desviación de la fundamental se debe al inicio de la nota (onset) durante el cual el oboísta necesita ajustar la presión para conseguir la frecuencia deseada, y se provoca así una inestabilidad inicial como se ilustra en la figura 4.31. En la figura 4.32 se ve que la inestabilidad inicial se puede prolongar hasta alcanzar la frecuencia deseada, lo que aumenta la desviación (sobre todo en el caso de que haya una oscilación de la frecuencia).

Finalmente, el vibrato, deseado o no, conduce a un aumento de la desviación estándar. En el caso de que sea un vibrato deseado por el intérprete, se considerará que la desviación es algo positivo, mientras que si responde a un descontrol de la lengüeta será un efecto negativo (figura 4.33).

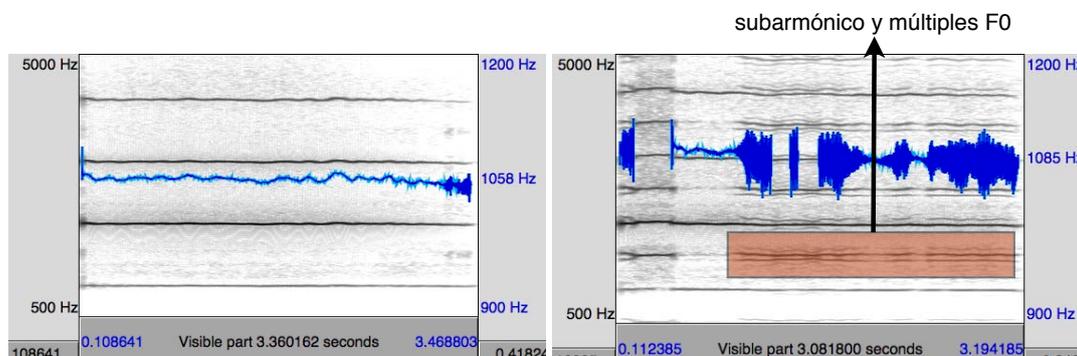


Figura 4.30. Representación del espectro y de la frecuencia fundamental (en azul en Hz) para la lengüeta francesa (izquierda, desviación de F0= 3Hz) y de la lengüeta americana (derecha, desviación de F0=12Hz) para la nota do<sub>6</sub> (molde 107, grosor 57, oboísta 9)

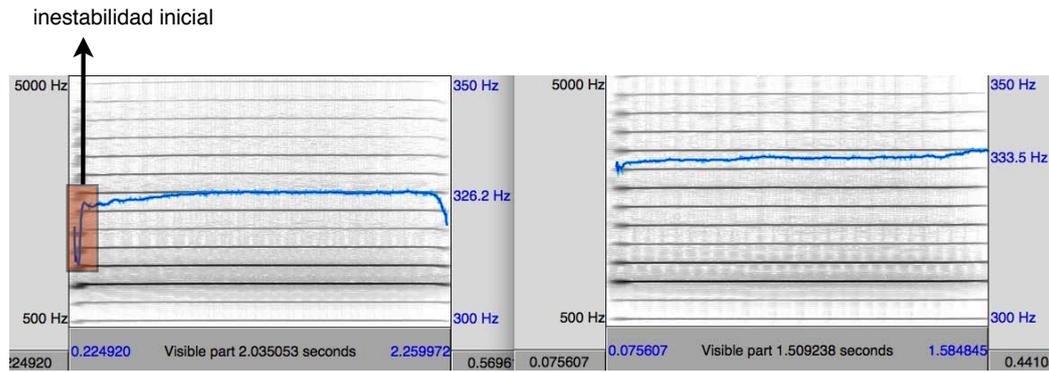


Figura 4.31. Representación del espectro y de la frecuencia fundamental (en azul en Hz) para la lengüeta francesa (izquierda, desviación de  $F_0=2\text{Hz}$ ) y de la lengüeta americana (derecha, desviación de  $F_0=0,6\text{Hz}$ ) para la nota  $mi_4$  (molde 107, grosor 59, oboísta 8).

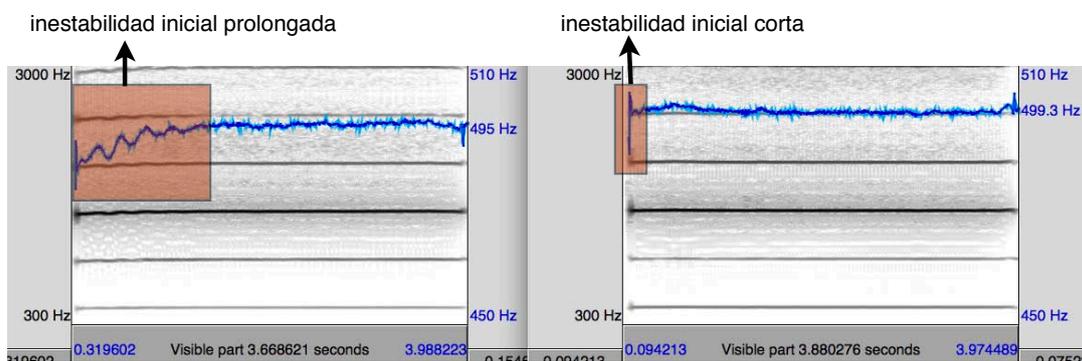


Figura 4.32. Representación del espectro y de la frecuencia fundamental (en azul en Hz) para la lengüeta alemana (izquierda, desviación de  $F_0=2,3\text{Hz}$ ) y de la lengüeta americana (derecha, desviación de  $F_0=0,6\text{Hz}$ ) para el *fortissimo* (molde 168, grosor 59, oboísta 10).

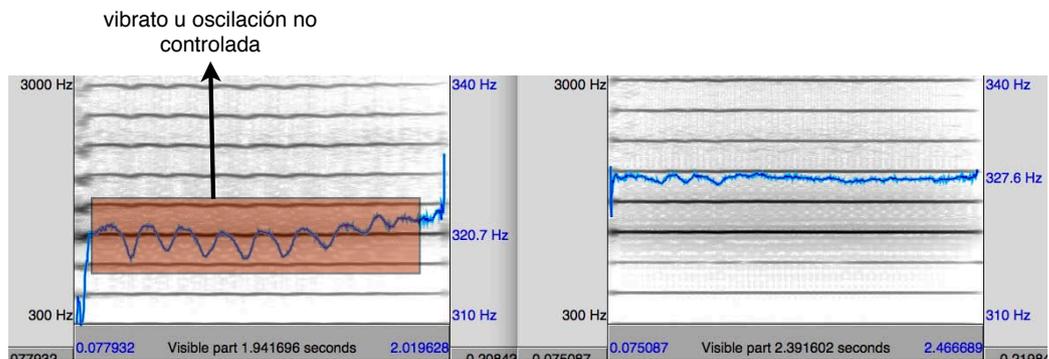


Figura 4.33. Representación del espectro y de la frecuencia fundamental (en azul en Hz) para la lengüeta francesa (izquierda, desviación de  $F_0=2\text{Hz}$ ) y de la lengüeta americana (derecha, desviación de  $F_0=0,3\text{Hz}$ ) para la nota  $mi_4$  (molde 168, grosor 57, oboísta 4).

Si se analizan los resultados de la desviación estándar de la frecuencia dependiendo de las dimensiones físicas de las lengüetas y no sólo del estilo de rebajado, se puede observar en la tabla 4.5b que algunos grosores individuales de la punta, como el grosor medio de la punta y el grosor del gubiado de la pala junto con la superficie de rebajado son los parámetros más importantes, es decir, como ocurría con la frecuencia media, los

parámetros que suelen marcar las diferencias entre los estilos de rebajado. El  $R^2$  corregido obtenido es muy bajo ( $R^2=,054$ ), comparable con la variabilidad explicada por el factor del estilo de rebajado ( $\eta^2=,034$  cf. tabla A.41).

Resumen del modelo									
Modelo	R	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> corregida	Error típ. de la estimación	Estadísticos de cambio				
					Cambio en R <sup>2</sup>	Cambio en F	gl1	gl2	Sig. Cambio en F
6	0,239	0,057	0,054	0,96993094	0,003	5,871	1	1801	0,015

Coeficientes <sup>a,b</sup>						
Modelo		Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.
		B	Error típ.	Beta		
6	(Constante)	-1,450	0,658		-2,205	0,028
	gr3 dcha	-0,164	0,026	-0,263	-6,284	0,000
	su24 libre	0,033	0,004	0,289	7,646	0,000
	rg31 centro lado	-1,356	0,227	-0,487	-5,984	0,000
	gr1 izda	-0,133	0,026	-0,268	-5,057	0,000
	g14 medio punta1	0,101	0,029	0,260	3,495	0,000
	grosor	-0,117	0,048	-0,059	-2,423	0,015

a.Measurement = F0 Std Dev (st)  
b.Variable dependiente: Normalized values

Tabla 4.5b. Resumen del modelo (arriba) y coeficientes de las variables predictoras de la regresión de la variable dependiente desviación estándar de la frecuencia (st) con todas las medidas físicas de las lengüetas. Se muestran los que sí tienen influencia sobre la variable dependiente (cf. leyenda de las variables en la tabla 4.aa y 4.bb)

#### 4.6.4.3. Mediciones relativas a la intensidad

##### 4.6.4.3.1. Intensidad (en dB)

Un ANOVA de varios factores (tabla 4.6) muestra que todos los factores individuales son muy significativos ( $p<,001$ ), siendo el oboísta ( $F=497,6$ ,  $p<,001$ ,  $\eta^2=,743$ ) el que mayor variabilidad explica. Además, todos estos factores individuales provocan efectos cruzados de forma significativa (cf. A.34 para más detalle).

En la figura 4.34 se observa claramente que el estilo de rebajado francés consigue menor intensidad que los otros dos rebajados utilizados, lo que puede suponer un inconveniente para la interpretación de algunos ejercicios, que se analizan más adelante en los análisis por ejercicios (cf. puntos 4.6.6, 4.6.7 y 4.6.8). En la figura 4.35 se pueden apreciar diferencias aparecidas entre las lengüetas debidas a sus particularidades, sobre todo destaca la lengüeta americana, molde 21 y grosor 59 mm como la lengüeta que mayor intensidad consigue y la que mayor diferencia provoca con la misma lengüeta y molde,

pero grosor 57 mm. La figura 4.36 corrobora los resultados de la figura 4.34, a excepción del oboísta 1, siendo significativo para la mayoría de los oboístas .

Origen	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Sig.	Eta al cuadrado parcial
Modelo corregido	1466,818	180	8,149	33,102	0,000	0,776
Intersección	14,083	1	14,083	57,206	0,000	0,032
rebajado	23,116	2	11,558	46,949	0,000	0,052
molde	4,581	2	2,290	9,304	0,000	0,011
grosor	4,815	1	4,815	19,559	0,000	0,011
oboísta	1225,114	10	122,511	497,651	0,000	0,743
rebajado * molde	3,072	4	0,768	3,120	0,014	0,007
rebajado * grosor	1,513	2	0,756	3,073	0,047	0,004
rebajado * oboísta	30,612	20	1,531	6,217	0,000	0,067
molde * grosor	9,903	2	4,951	20,113	0,000	0,023
molde * oboísta	11,954	20	0,598	2,428	0,000	0,027
grosor * oboísta	7,780	10	0,778	3,160	0,001	0,018

Tabla 4.6. Análisis de varianza factorial sobre intensidad (en dB) para los factores rebajado, molde, grosor y oboísta.

El efecto cruzado entre rebajado, molde y grosor es igualmente importante ( $F=17,4$ ,  $p<,001$ ,  $\eta^2=,039$ , cf. A.34 para más detalle), como se puede apreciar en la figura 4.37: en general, el rebajado francés junto con el grosor 59 mm suele provocar una mayor diferencia de intensidad para los dos moldes estándares, el 21 y el 107, mientras que el molde 168 con el grosor 59 mm, no presenta diferencias significativas, pero sí con el grosor 57 mm.

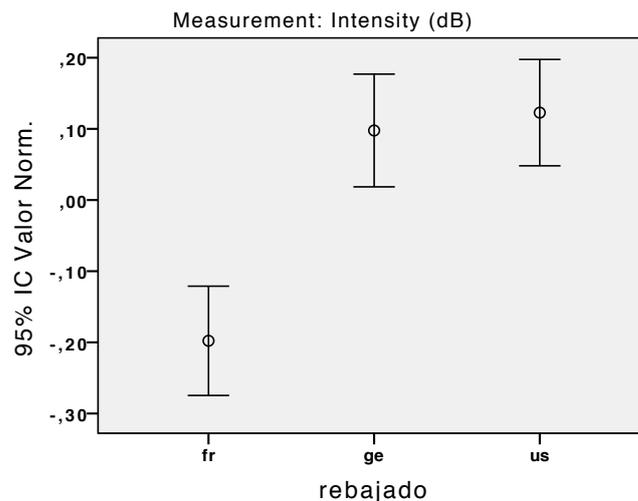


Figura 4.34. Medias con intervalo de confianza de los diferentes estilos de rebajado en el parámetro intensidad (en dB).

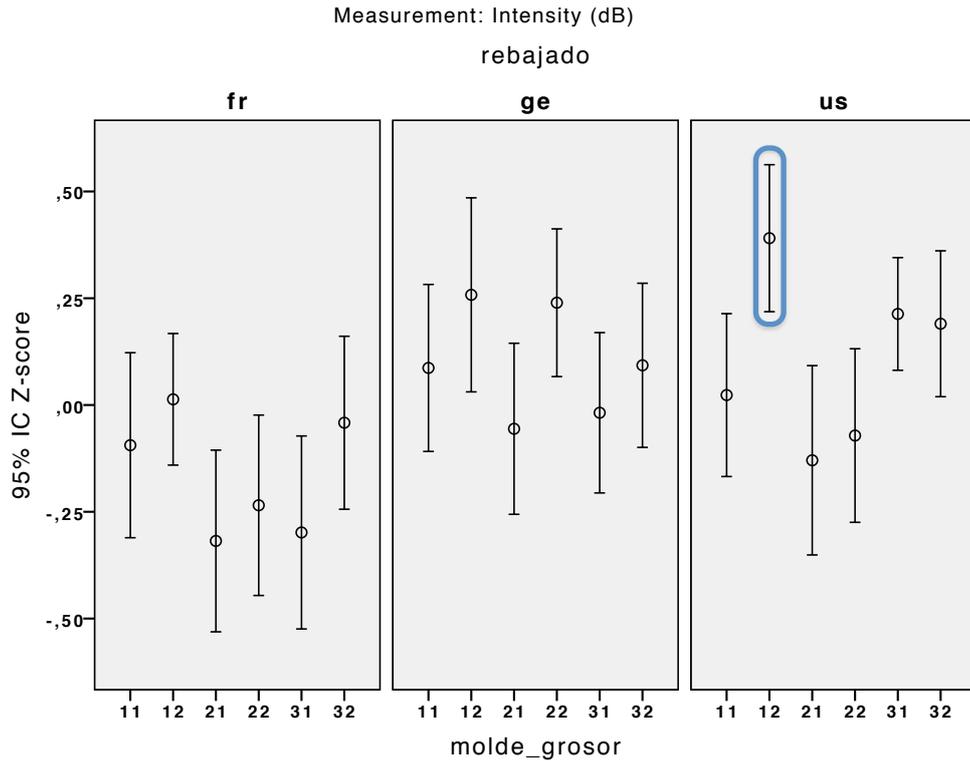


Figura 4.35. Medias con intervalo de confianza comparando todas las lengüetas según el molde, grosor y estilos de rebajado en el parámetro intensidad (en dB). El primer número hace referencia al molde (1=21; 2=107; 3=168) y el segundo número al grosor (1=57 mm; 2=59 mm). Se marca con un círculo azul los resultados de que son significativos.

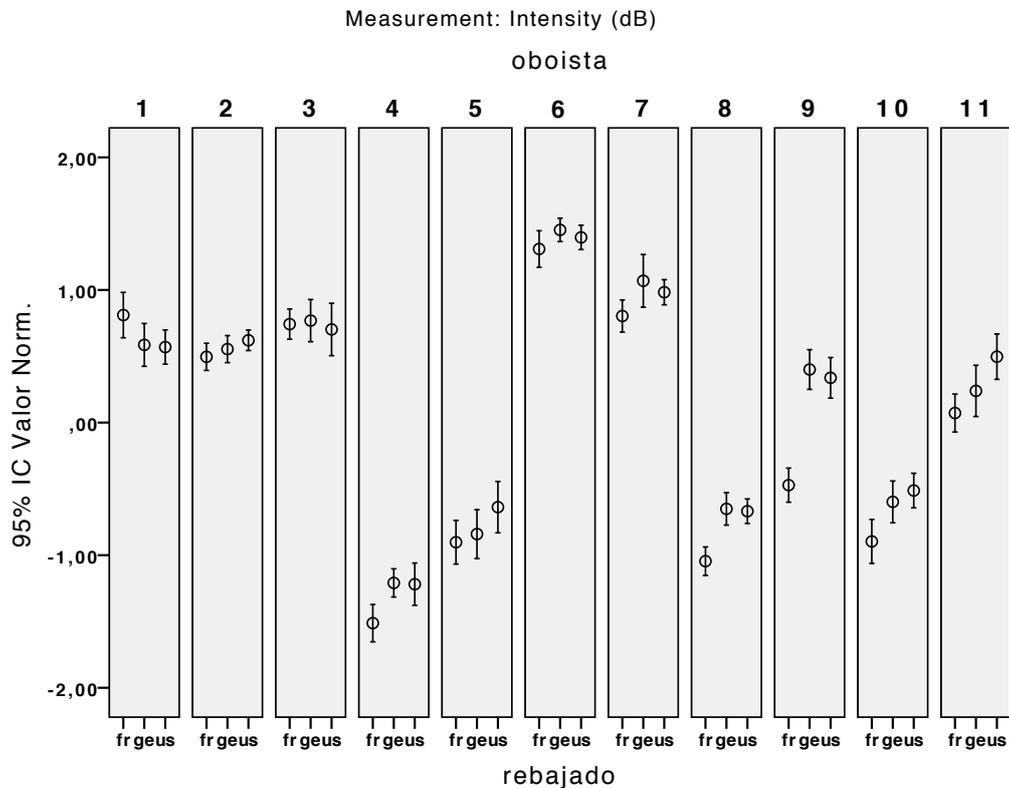


Figura 4.36. Medias con intervalo de confianza de los diferentes estilos de rebajado por oboistas en el parámetro intensidad (en dB).

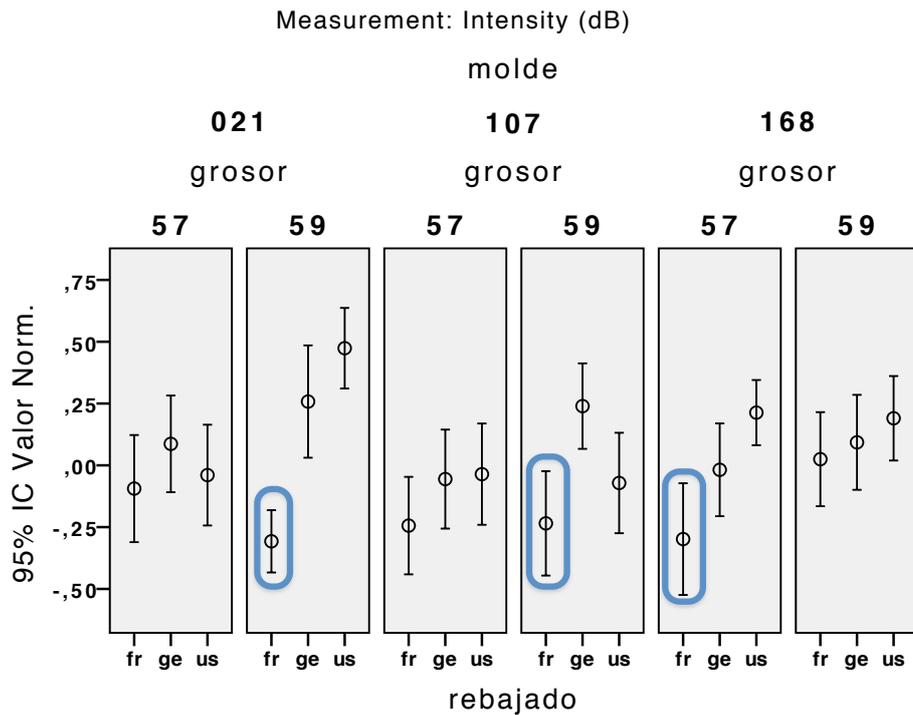


Figura 4.37. Medias con intervalo de confianza de los diferentes estilos de rebajado en función de los moldes y del grosor en el parámetro intensidad (en dB). Se marca con un círculo azul los resultados significativos.

La figura 4.38 muestra la representación de la intensidad global de las tres lengüetas, molde 107 y grosor 59 mm en el oboísta 9, con una clara diferencia entre la alemana que obtiene la mayor intensidad sonora mientras que la francesa obtiene la menor intensidad. Esta diferencia de energía también corresponde a cambios espectrales como puede observarse en los espectros de la misma figura (abajo).

En la figura 4.40 estas diferencias espectrales pueden verse más claramente: la lengüeta alemana obtiene más potencia, pero sobre todo tiene una presencia mucho más marcada en la parte central y aguda del espectro; mientras que la lengüeta francesa, en este ejemplo, obtiene menos energía en el agudo con una rápida pérdida de armónicos superiores.

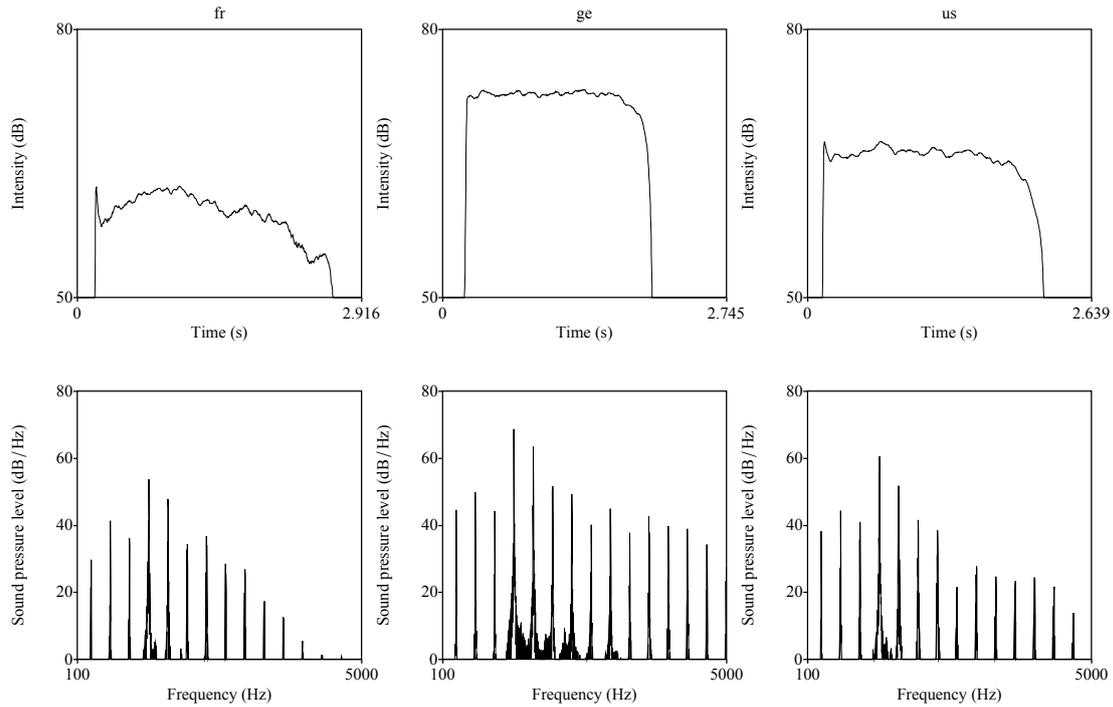


Figura 4.38. Evolución de la intensidad (en dB, arriba) y espectros (abajo) de las lengüetas francesa, alemana y americana para la nota  $mi_4$  (molde 107, grosor 59 y oboísta 9).

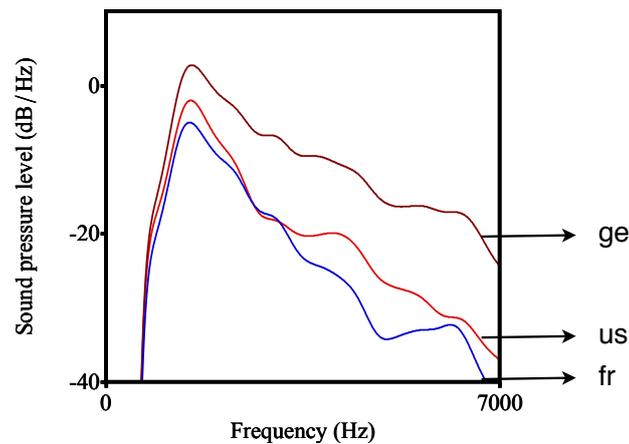


Figura 4.40. Superposición de los espectros alisados (alisado cepstral con ventana de 1000Hz) de las lengüetas francesa (azul), alemana (marrón) y americana (rojo) la nota  $mi_4$  (molde 107 grosor 59 y oboísta 9).

Si se analizan los resultados de la intensidad dependiendo de las dimensiones físicas de las lengüetas y no sólo del estilo de rebajado, se puede observar en la tabla 4.6b que los grosores individuales de la punta y la media del grosor de la punta son importantes, pero en menor medida que en las mediciones acústicas relativas a la frecuencia. En esta ocasión, la superficie de la pala sin rebajar, junto con la superficie rebajada de la parte de atrás y la longitud total de la pala, entre otros, son los parámetros más importantes. Es decir, la intensidad no se rige tanto por la superficie y grosor de la punta, sino más por el conjunto de medidas restantes: de la punta hacia el final del rebajado. El  $R^2$  corregido

obtenido es bajo ( $R^2=,109$ ), comparable a la variabilidad explicada por el estilo de rebajado solo ( $\eta^2 =,091$  cf. tabla A.41).

Resumen del modelo									
Modelo	R	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> corregida	Error típ. de la estimación	Estadísticos de cambio				
					Cambio en R <sup>2</sup>	Cambio en F	gl1	gl2	Sig. Cambio en F
14	0,337	0,113	0,109	0,94113087	0,005	9,637	1	1801	0,002

Coeficientes <sup>a,b</sup>						
Modelo		Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.
		B	Error típ.	Beta		
14	(Constante)	7,436	3,496		2,127	0,034
	dist8 libre	-0,497	0,141	-0,599	-3,529	0,000
	su27 sin raspar	0,033	0,006	1,309	5,144	0,000
	rg19 cora punta	-1,487	0,247	-0,668	-6,032	0,000
	gr6 dcha	0,088	0,014	0,216	6,114	0,000
	gr1 izda	-0,160	0,018	-0,322	-8,882	0,000
	rd13/11	0,759	0,076	0,890	9,968	0,000
	su25 cor punta	0,268	0,041	1,263	6,562	0,000
g16 medio punta	-0,097	0,031	-0,230	-3,104	0,002	

a.Measurement = Intensity (dB)  
b.Variable dependiente: Normalized values

Tabla 4.6b. Resumen del modelo (arriba) y coeficientes de las variables predictoras de la regresión de la variable dependiente intensidad (dB) con todas las medidas físicas de las lengüetas. Se muestran los que sí tienen influencia sobre la variable dependiente (cf. leyenda de las variables en la tabla 4.aa y 4.bb)

#### 4.6.4.4. Mediciones relativas a la variabilidad de la intensidad

##### 4.6.4.4.1. Desviación estándar de la amplitud

La desviación estándar de la amplitud calcula la desviación estándar de la parte visible de la señal. Un ANOVA de varios factores (tabla 4.7) muestra que todos los factores individuales son muy significativos ( $p<,001$ ), siendo el oboísta ( $F=339,4$ ,  $p<,001$ ,  $\eta^2=,664$ ) el que mayor variabilidad explica. Además, todos estos factores individuales provocan efectos cruzados de forma significativa (cf. A.35 para más detalle).

En la figura 4.41 se observa que el estilo de rebajado francés tiene menos diferencia en la desviación estándar de la amplitud, lo que supone una mayor estabilidad de la intensidad. Como se puede apreciar en la figura 4.42, el efecto cruzado entre rebajado y oboísta es influyente y el rebajado francés suele provocar una menor diferencia de la desviación de la amplitud, pero para algunos oboístas el resultado es muy marcado (oboístas 8 y 9) y para otros no es significativo.

Origen	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Sig.	Eta al cuadrado parcial
Modelo corregido	1345,703	180	7,476	23,611	0,000	0,712
Intersección	15,216	1	15,216	48,056	0,000	0,027
rebajado	14,084	2	7,042	22,240	0,000	0,025
molde	5,392	2	2,696	8,515	0,000	0,010
grosor	4,104	1	4,104	12,961	0,000	0,007
oboista	1074,856	10	107,486	339,461	0,000	0,664
rebajado * molde	4,486	4	1,121	3,542	0,007	0,008
rebajado * grosor	3,657	2	1,829	5,775	0,003	0,007
rebajado * oboista	31,939	20	1,597	5,043	0,000	0,055
molde * grosor	10,183	2	5,092	16,081	0,000	0,018
molde * oboista	13,777	20	0,689	2,176	0,002	0,025
grosor * oboista	13,025	10	1,302	4,114	0,000	0,023

Tabla 4.7. Análisis de varianza factorial sobre la desviación estándar de la amplitud para los factores rebajado, molde, grosor y oboista.

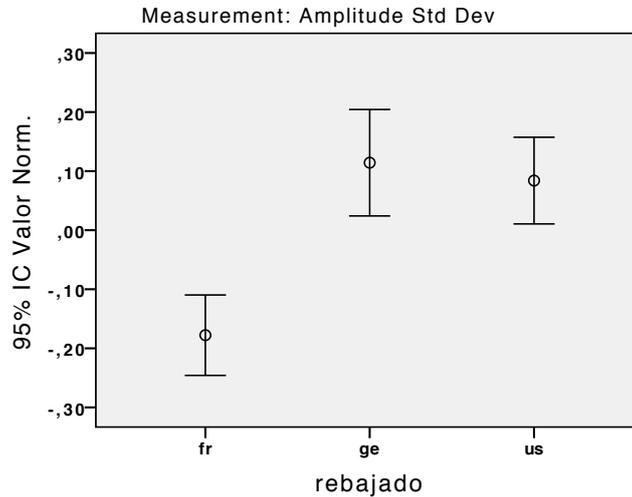


Figura 4.41. Medias con intervalo de confianza de los diferentes estilos de rebajado en el parámetro desviación estándar de la amplitud.

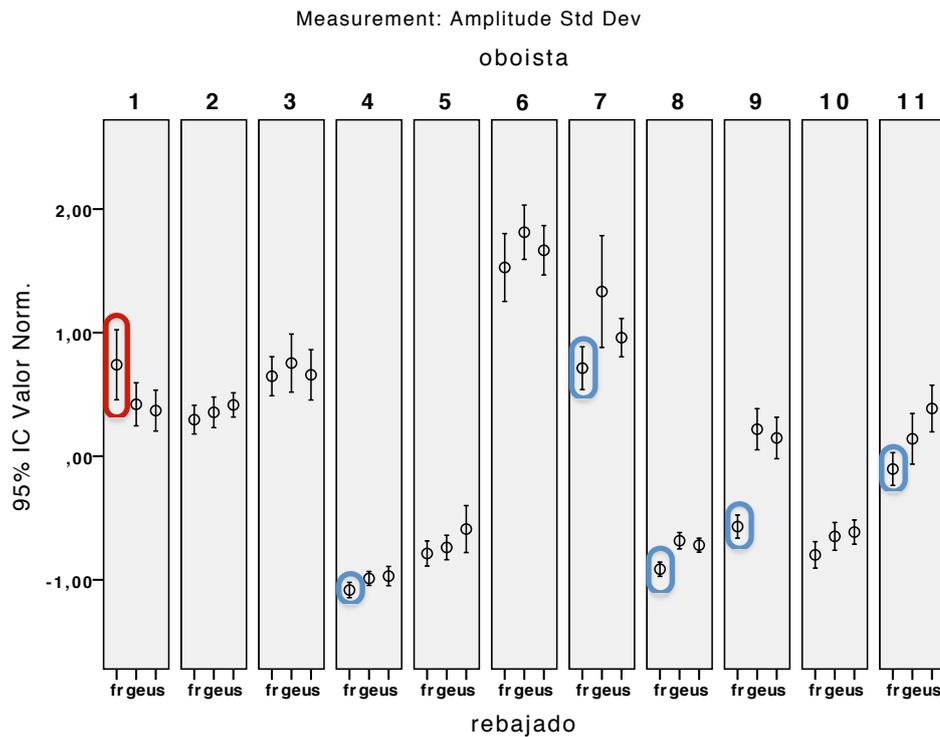


Figura 4.42. Medias con intervalo de confianza de los diferentes estilos de rebajado en función de los oboístas en el parámetro desviación estándar de la amplitud. Se marca con un círculo azul los resultados significativos y con un círculo rojo los resultados contrarios a la media.

Al analizar las lengüetas de todos los oboístas, se observa que la lengüeta con el molde 21 y grosor 59 mm en el oboísta 7 es la lengüeta donde más diferencias de desviación estándar de la amplitud existe entre rebajados en la nota do<sub>6</sub> y do<sub>5</sub> del ejercicio arpegio. Las figuras 4.43, 4.44 y 4.45 representan la nota do<sub>5</sub> del ejercicio arpegio en las lengüetas con el molde 21 y grosor 59 mm del oboísta 7. Se confirma visualmente (línea amarilla) las diferencias existentes en este ejemplo entre el rebajado francés (el que más desviaciones provoca; figura 4.43) el alemán (figura 4.44) y el americano (figura 4.45).

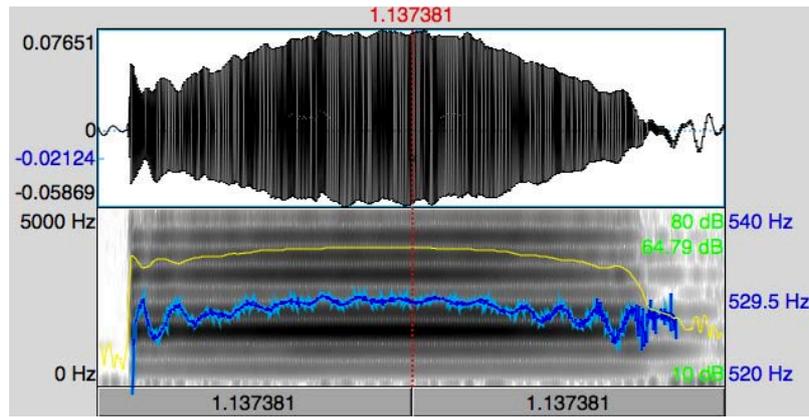


Figura 4.43. Representación en amplitud/tiempo y espectrograma de la lengüeta francesa, molde 21 y grosor 59/100 mm en el oboísta 7 en la nota dos del ejercicio arpegio. La línea azul: F0 (en Hz) y la línea amarilla: intensidad (en dB).

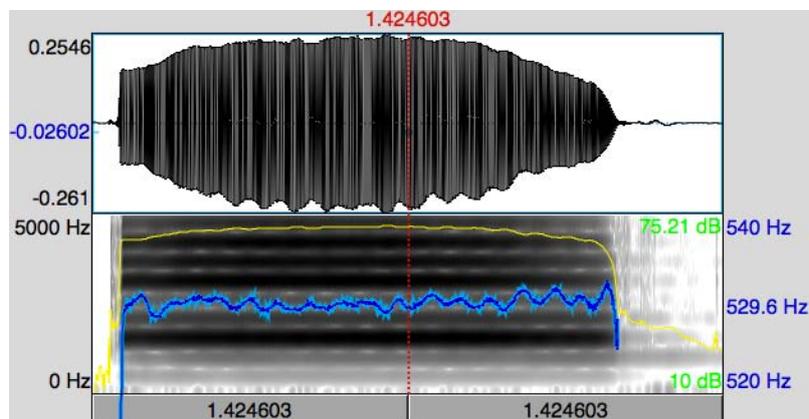


Figura 4.44. Representación en amplitud/tiempo y espectrograma de la lengüeta alemana, molde 21 y grosor 59/100 mm en el oboísta 7 en la nota dos del ejercicio arpegio. La línea azul: F0 (en Hz) y la línea amarilla: intensidad (en dB).

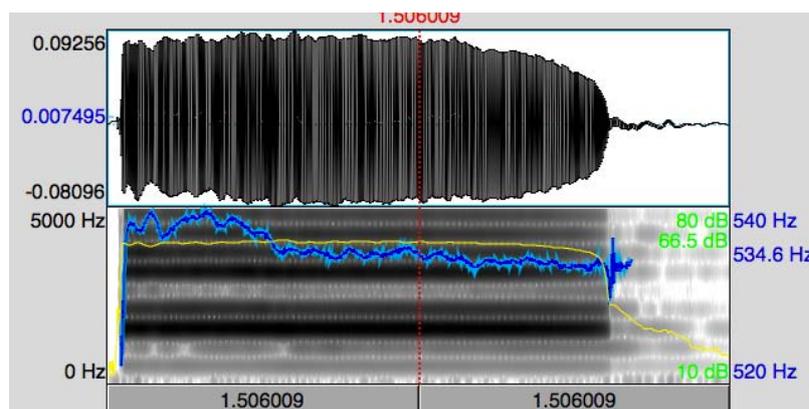


Figura 4.45. Representación en amplitud/tiempo y espectrograma de la lengüeta americana, molde 21 y grosor 59/100 mm en el oboísta 7 en la nota dos del ejercicio arpegio. La línea azul: F0 (en Hz) y la línea amarilla: intensidad (en dB).

Si se analizan los resultados de la desviación estándar de la amplitud dependiendo de las dimensiones físicas de las lengüetas y no sólo del estilo de rebajado, se puede observar en la tabla 4.7b que los diferentes grosores (de la punta, de la pala, del corazón y de la parte de atrás del rebajado) junto con la superficie de la pala rebajada son los parámetros más importantes. El  $R^2$  corregido obtenido es bajo ( $R^2=,093$ ), comparable a la variabilidad explicada por el estilo de rebajado ( $\eta^2=,058$  cf. tabla A.41).

Resumen del modelo									
Modelo	R	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> corregida	Error típ. de la estimación	Estadísticos de cambio				
					Cambio en R <sup>2</sup>	Cambio en F	gl1	gl2	Sig. Cambio en F
7	0,311	0,097	0,093	0,94964643	0,003	6,476	1	1802	0,011

Coeficientes <sup>a,b</sup>						
Modelo		Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.
		B	Error típ.	Beta		
7	(Constante)	-1,811	0,817		-2,216	0,027
	dg17 asim punta	0,091	0,030	0,107	3,081	0,002
	rd13/11	0,176	0,036	0,207	4,936	0,000
	gr1 izda	-0,121	0,021	-0,243	-5,861	0,000
	gr6 dcha	0,045	0,017	0,111	2,609	0,009
	su24 libre	0,009	0,004	0,075	2,414	0,016
	grosor	0,237	0,070	0,119	3,400	0,001
	dg20 atras cora	-0,030	0,012	-0,107	-2,545	0,011

a. Measurement = Amplitude Std Dev  
b. Variable dependiente: Normalized values

Tabla 4.7b. Resumen del modelo (arriba) y coeficientes de las variables predictoras de la regresión de la variable dependiente desviación estándar de la amplitud con todas las medidas físicas de las lengüetas. Se muestran los que sí tienen influencia sobre la variable dependiente (cf. leyenda de las variables en la tabla 4.aa y 4.bb)

#### 4.6.4.5. Mediciones relativas a la facilidad de vibración

##### 4.6.4.5.1. *Nº voiced frames*

El parámetro *number voiced frames* mide el número de elementos que existen en una frecuencia definida, es decir, la cantidad de ciclos con una altura definida. Hay que tener en cuenta que los oboístas no contaban con un metrónomo para verificar la velocidad de la pulsación en la interpretación de los ejercicios, por lo que en esta medición existen longitudes en los ejercicios muy dispares, no siendo un problema de la lengüeta, sino de la realización del ejercicio.

Un ANOVA de varios factores (tabla 4.8) muestra que el oboísta ( $F=32,14$ ,  $p<,001$ ,  $\eta^2=,158$ ), el rebajado ( $F=10,13$ ,  $p<,001$ ,  $\eta^2=,012$ ) y el grosor ( $F=8,33$ ,  $p=,004$ ,  $\eta^2=,005$ ) son los factores individuales que tienen una influencia significativa, siendo el oboísta el factor más influyente. Además, existe un efecto cruzado del rebajado\*el oboísta ( $F=6,33$ ,  $p=,001$ ,  $\eta^2=,069$ ). Es relevante indicar que el molde no tiene la menor influencia (cf. A.36 para más detalle).

Origen	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Sig.	Eta al cuadrado parcial
Modelo corregido	610,328	180	3,391	4,555	0,000	0,323
Intersección	0,891	1	0,891	1,197	0,274	0,001
rebajado	15,090	2	7,545	10,135	0,000	0,012
molde	1,700	2	0,850	1,142	0,319	0,001
grosor	6,206	1	6,206	8,337	0,004	0,005
oboísta	239,265	10	23,927	32,141	0,000	0,158
rebajado * molde	0,734	4	0,184	0,247	0,912	0,001
rebajado * grosor	1,510	2	0,755	1,014	0,363	0,001
rebajado * oboísta	94,244	20	4,712	6,330	0,000	0,069
molde * grosor	9,195	2	4,597	6,176	0,002	0,007
molde * oboísta	27,998	20	1,400	1,880	0,010	0,021
grosor * oboísta	13,494	10	1,349	1,813	0,054	0,010

Tabla 4.8. Análisis de varianza factorial del N° *Voiced Frames* para los factores rebajado, molde, grosor y oboísta.

La figura 4.46 muestra que las lengüetas con el estilo de rebajado francés tienen una mayor facilidad para la vibración que el resto de rebajados.

En la figura 4.47 se puede apreciar la relación entre los rebajados y los oboístas, pero tal y como se ha explicado anteriormente, los ejercicios no se han realizado con un metrónomo, por lo que para cada oboísta existe un rebajado más fácil con el que interpretar que otro, dependiendo de la duración de la nota y no pudiendo verificarse si la duración de la nota es a consecuencia del rebajado de la lengüeta o de la interpretación de cada oboísta.

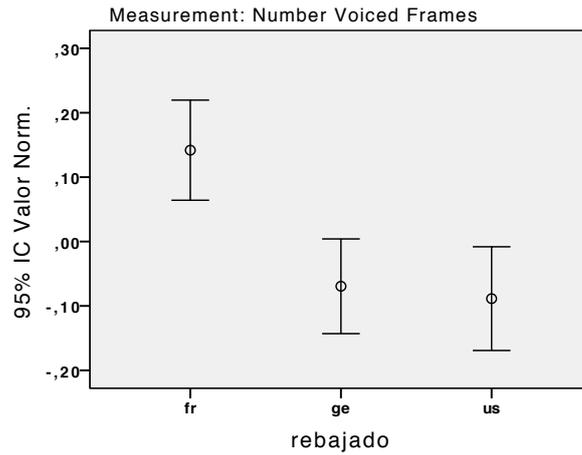


Figura 4.46. Medias con intervalo de confianza de los diferentes estilos de rebajado en el parámetro *number voiced frames*.

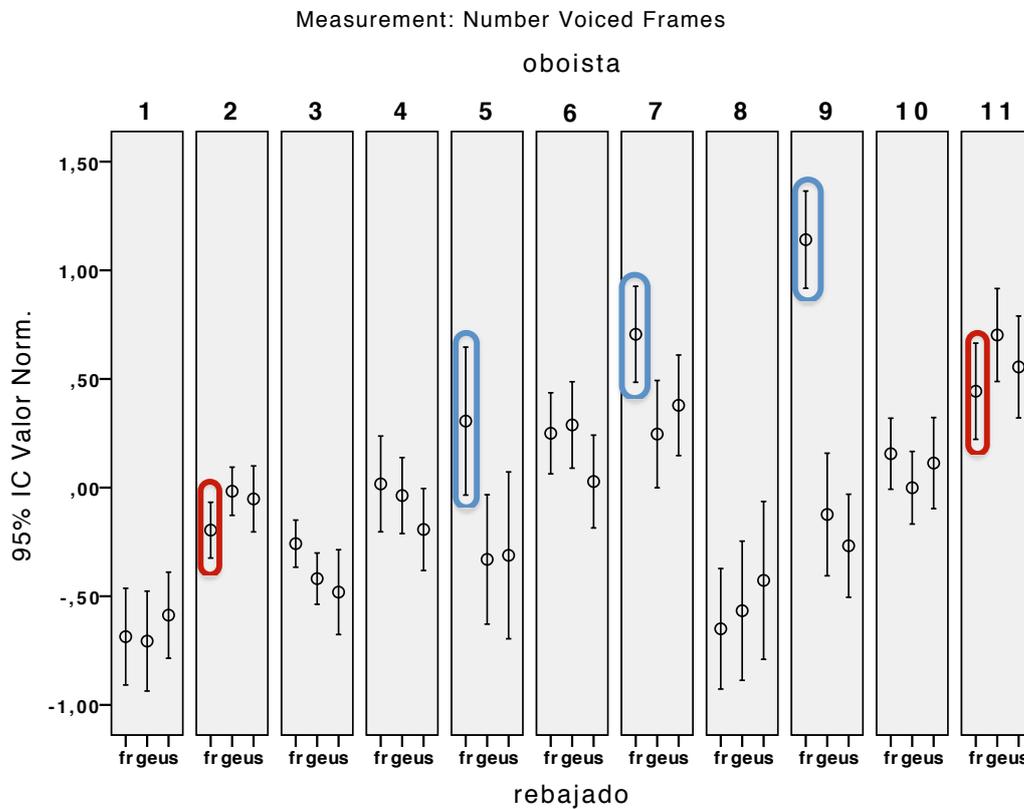


Figura 4.47. Medias con intervalo de confianza de los diferentes estilos de rebajado en función del oboísta en el parámetro *number voiced frames*. Se marca con un círculo azul los resultados significativos y con un círculo rojo los resultados contrarios a la media.

#### 4.6.4.6. Mediciones relativas a la armonicidad

##### 4.6.4.6.1. Armonicidad media

La armonicidad mide la energía que tiene el componente armónico formado por la fundamental y los múltiplos de la fundamental (los armónicos) respecto a la energía que

corresponde al resto del espectro (ruido o componente inarmónico). En este caso se hace el ratio energía armónica/energía inarmónica (SNR o *signal-to-noise ratio*).

Un ANOVA de varios factores (tabla 4.9) muestra que el oboísta ( $F=75,12$ ,  $p<,001$ ,  $\eta^2=,304$ ), el rebajado ( $F=9,05$ ,  $p<,001$ ,  $\eta^2=,010$ ) y el molde ( $F=5,1$ ,  $p=,006$ ,  $\eta^2=,006$ ) son los factores individuales que tienen una influencia significativa, siendo el oboísta el factor más influyente. Además, existe un efecto cruzado del rebajado\*el oboísta ( $F=2,58$ ,  $p<,001$ ,  $\eta^2=,029$ ). Es relevante indicar que el grosor no tiene la menor influencia (*cf.* A.37 para más detalle).

Origen	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Sig.	Eta al cuadrado parcial
Modelo corregido	737,328	180	4,096	6,109	0,000	0,390
Intersección	2,107	1	2,107	3,142	0,076	0,002
rebajado	12,139	2	6,070	9,052	0,000	0,010
molde	6,850	2	3,425	5,108	0,006	0,006
grosor	0,193	1	0,193	0,288	0,592	0,000
oboísta	503,746	10	50,375	75,125	0,000	0,304
rebajado * molde	3,125	4	0,781	1,165	0,324	0,003
rebajado * grosor	3,977	2	1,988	2,965	0,052	0,003
rebajado * oboísta	34,700	20	1,735	2,587	0,000	0,029
molde * grosor	1,727	2	0,864	1,288	0,276	0,001
molde * oboísta	12,604	20	0,630	0,940	0,535	0,011
grosor * oboísta	4,577	10	0,458	0,683	0,742	0,004

Tabla 4.9. Análisis de varianza factorial de la armonicidad media para los factores rebajado, molde, grosor y oboísta.

En la figura 4.48 se observa que las lengüetas con el estilo de rebajado alemán, son las que tienen una mayor armonicidad respecto a las americanas y a las francesas. Las lengüetas francesas son las menos armónicas frente a los otros dos estilos de rebajado, de forma significativa.

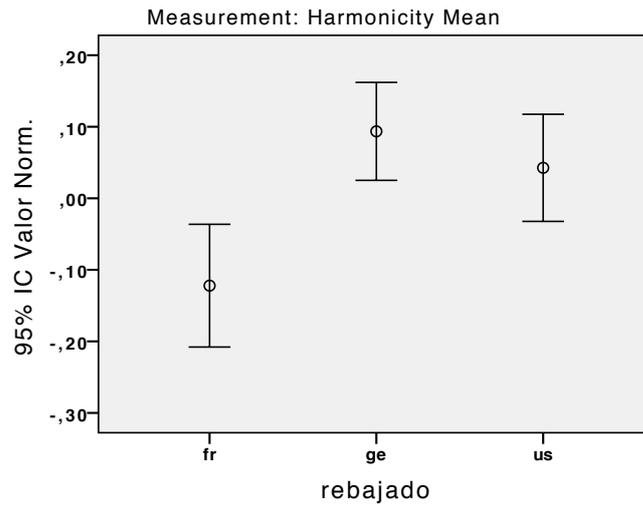


Figura 4.48. Medias con intervalo de confianza de los diferentes estilos de rebajado en el parámetro armonicidad media.

Como se aprecia en la figura 4.49, el rebajado francés es el menos armónico para todos los oboístas (excepto en los oboístas 1, 3, 6 y 7) siendo muy significativo en los oboístas 5 y 8, ambos de la escuela francesa. Para el resto de oboístas, los rebajados no son significativos en la armonicidad obtenida, siendo sólo el rebajado americano superior al resto en el oboísta 11, aunque no pertenece a la escuela americana.

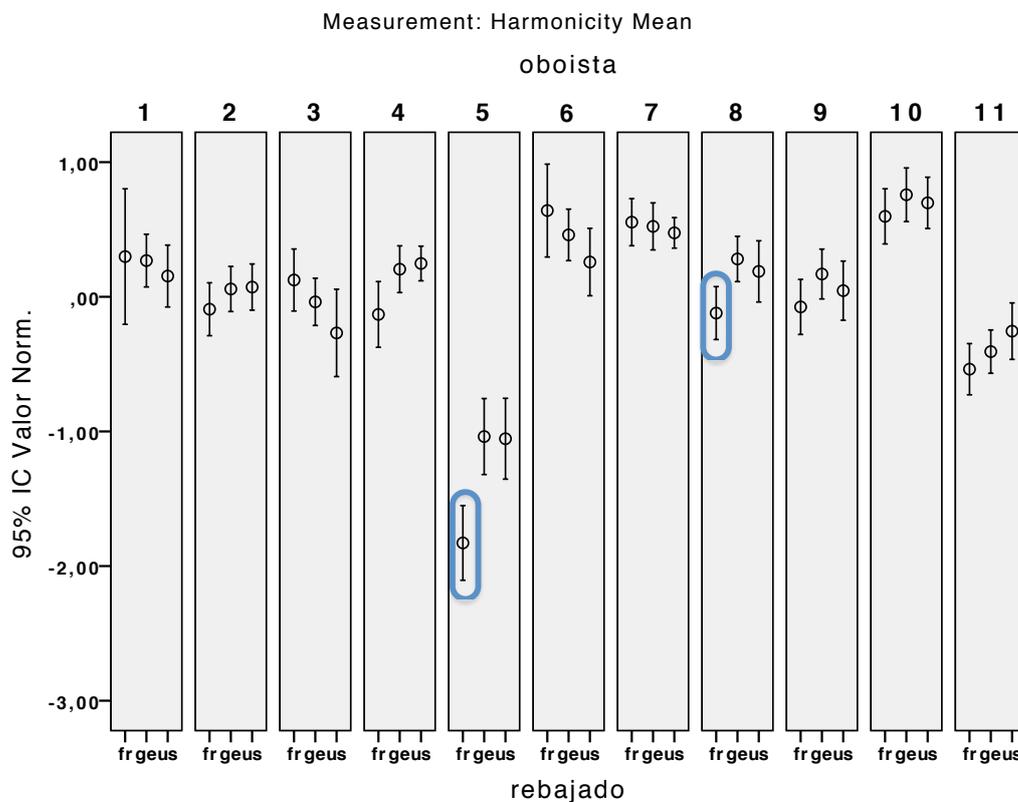


Figura 4.49. Medias con intervalo de confianza de los diferentes estilos de rebajado en función de los oboístas en el parámetro armonicidad media. Se marca con un círculo azul los resultados significativos.

Se pueden distinguir dos tipos principales de inarmonicidad en los ejercicios que se han grabado: en la figura 4.50 se observa la existencia de un “soplo” además de la señal armónica. En general en la interpretación del oboe se busca un sonido limpio, sin soplo, ya que éste suele ser considerado más bien como un defecto o un mal funcionamiento de la lengüeta. La figura 4.50 muestra claramente que la lengüeta francesa tiene un componente inarmónico en el centro del espectro que es menor en las otras lengüetas.

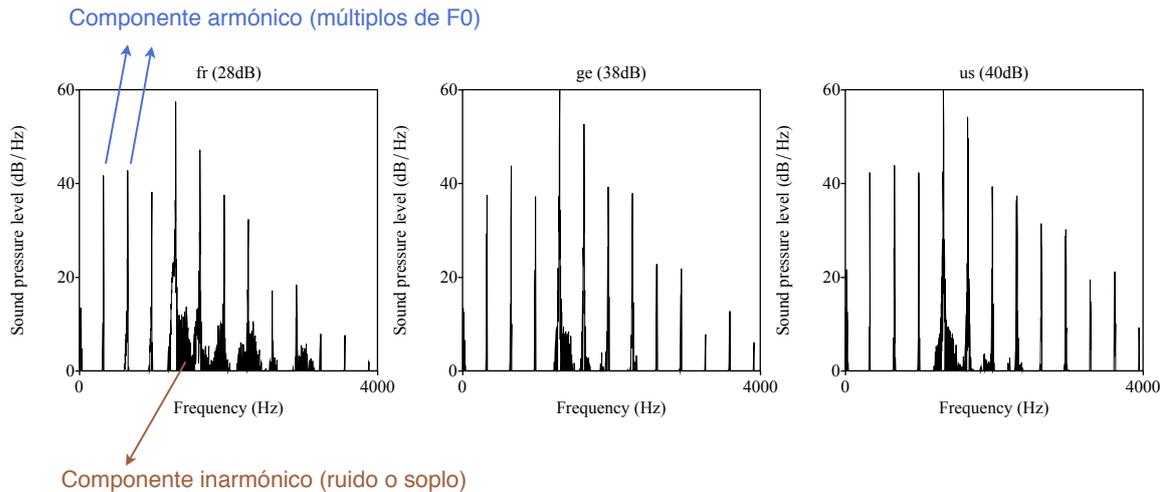


Figura 4.50. Espectro para las lengüetas francesa, alemana y americana con el molde 168 y grosor 57/100 mm (oboísta 5). Se destaca el componente armónico e inarmónico del espectro.

Una segunda fuente de inarmonicidad viene dada cuando aparecen varias frecuencias en competición (figura 4.51), generalmente el componente subarmónico, que son frecuencias que están por debajo de la frecuencia fundamental en un ratio de  $1/x$ . La aparición de subarmónicos se debe a una inestabilidad de la lengüeta, producida habitualmente por un tipo de rebajado demasiado flexible que no resiste a la presión necesaria para conseguir la nota. La presencia de dos frecuencias en competición reduce automáticamente la medición de armonicidad.

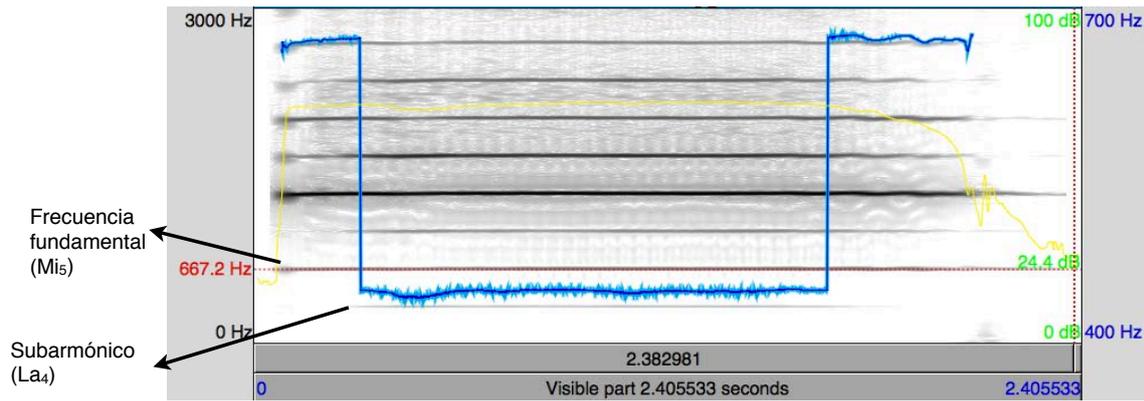


Figura 4.51. Representación en amplitud/tiempo y espectrograma de la lengüeta americana, molde 21 y grosor 59/100 mm en el oboísta 8 en la nota  $mi_5$  del ejercicio arpeggio. La línea azul:  $F_0$  (en Hz) y la línea amarilla: intensidad (en dB).

Si se analizan los resultados de la armonicidad media dependiendo de las dimensiones físicas de las lengüetas y no sólo del estilo de rebajado, se puede observar en la tabla 4.9b que sólo el grosor del lado derecho de la punta de una de las palas junto con el ancho de la pala influyen en la armonicidad media. El  $R^2$  corregido obtenido es muy bajo ( $R^2=,014$ ), comparable a la variabilidad explicada por el estilo de rebajado ( $\eta^2=,021$  cf. tabla A.41).

Resumen del modelo									
Modelo	R	$R^2$	$R^2$ corregida	Error típ. de la estimación	Estadísticos de cambio				
					Cambio en $R^2$	Cambio en F	gl1	gl2	Sig. Cambio en F
2	0,122	0,015	0,014	0,99028001	0,002	4,156	1	1807	0,042

Coeficientes <sup>a,b</sup>						
Modelo		Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.
		B	Error típ.	Beta		
2	(Constante)	1,371	1,126		1,217	0,224
	gr3 dcha	0,072	0,015	0,115	4,913	0,000
	dist7 ancho	-0,314	0,154	-0,048	-2,039	0,042

a.Measurement = Harmonicity Mean  
b.Variable dependiente: Normalized values

Tabla 4.9b. Resumen del modelo (arriba) y coeficientes de las variables predictoras de la regresión de la variable dependiente armonicidad media con todas las medidas físicas de las lengüetas. Se muestran los que sí tienen influencia sobre la variable dependiente (cf. leyenda de las variables en la tabla 4.aa y 4.bb)

#### 4.6.4.6.2. Desviación estándar de la armonicidad

Un ANOVA de varios factores (tabla 4.10) muestra que todos los factores individuales son significativos, siendo el oboísta ( $F=18,34$ ,  $p<,001$ ,  $\eta^2=,096$ ) el que mayor variabilidad explica. Además, existe un efecto cruzado del rebajado\*el molde ( $F=9,47$ ,  $p<,001$ ,  $\eta^2=,022$ , cf. A.38 para más detalle).

La figura 4.52 presenta a las lengüetas francesas como las que más desviaciones armónicas producen, es decir, son las más inestables respecto a la armonicidad. Esta desviación es muy significativa respecto a las alemanas y las americanas. Por el contrario, las lengüetas americanas, son las más estables en la armonicidad.

La figura 4.53 confirma que esta inestabilidad en la armonicidad del rebajado francés no se debe a las particularidades de las lengüetas, sino a los diferentes rebajados en su conjunto, si bien, cabe destacar que la lengüeta francesa, molde 21 y grosor 59 mm destaca particularmente sobre las demás lengüetas francesas, siendo esta lengüeta más estable que el resto de lengüetas francesas.

Origen	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Sig.	Eta al cuadrado parcial
Modelo corregido	497,963	180	2,766	3,416	0,000	0,263
Intersección	0,579	1	0,579	0,715	0,398	0,000
rebajado	139,128	2	69,564	85,904	0,000	0,091
molde	18,381	2	9,191	11,349	0,000	0,013
grosor	6,135	1	6,135	7,576	0,006	0,004
oboísta	148,542	10	14,854	18,343	0,000	0,096
rebajado * molde	30,687	4	7,672	9,474	0,000	0,022
rebajado * grosor	5,708	2	2,854	3,525	0,030	0,004
rebajado * oboísta	20,850	20	1,042	1,287	0,176	0,015
molde * grosor	3,369	2	1,684	2,080	0,125	0,002
molde * oboísta	13,246	20	0,662	0,818	0,694	0,009
grosor * oboísta	4,131	10	0,413	0,510	0,884	0,003

Tabla 4.10. Análisis de varianza factorial de la desviación estándar de la armonicidad para los factores rebajado, molde, grosor y oboísta.

Al observar la figura 4.54, se aprecia cómo el rebajado francés es el que mayor desviación armónica provoca, siendo el resultado muy marcado para algunos oboístas, aunque no para otros (oboístas 6, 9, y 10).

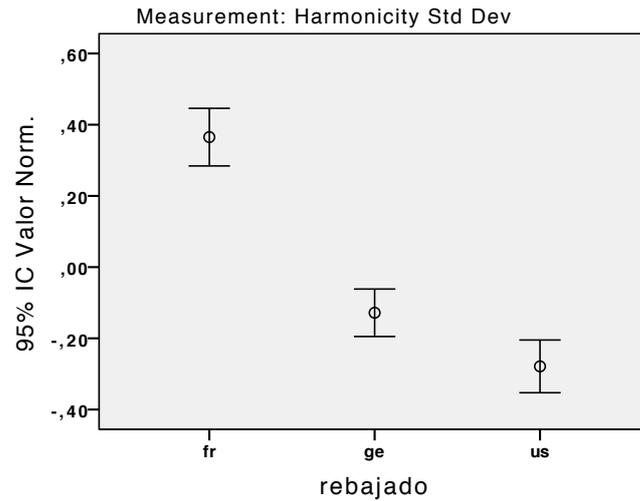


Figura 4.52. Medias con intervalo de confianza de los diferentes estilos de rebajado en el parámetro desviación estándar de la armonicidad.

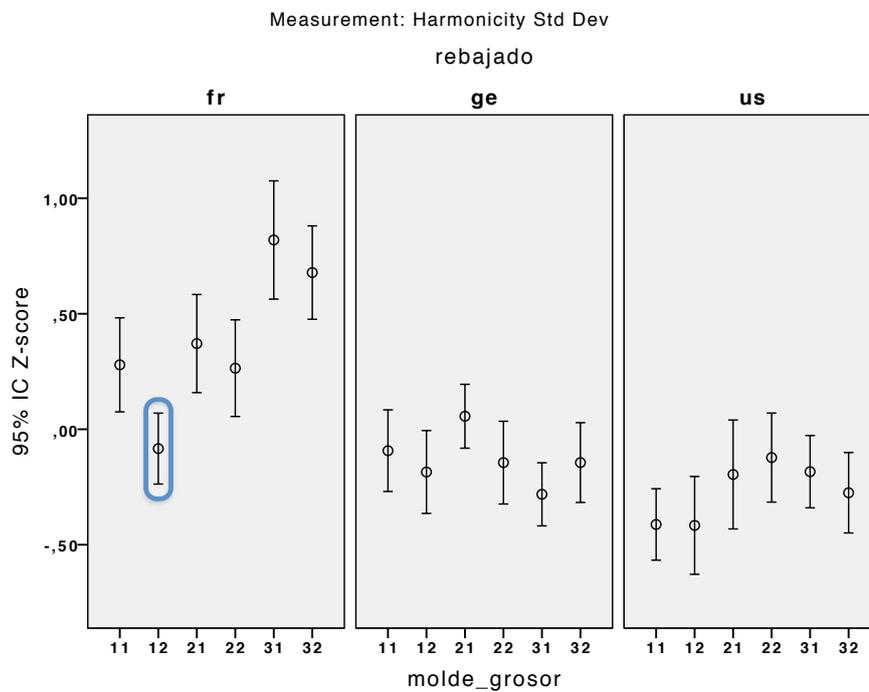


Figura 4.53. Medias con intervalo de confianza comparando todas las lengüetas según el molde, grosor y estilos de rebajado en el parámetro desviación estándar de la armonicidad. El primer número hace referencia al molde (1=21; 2=107; 3=168) y el segundo número al grosor (1=57 mm; 2=59 mm). Se marca con un círculo azul los resultados de que son significativos.

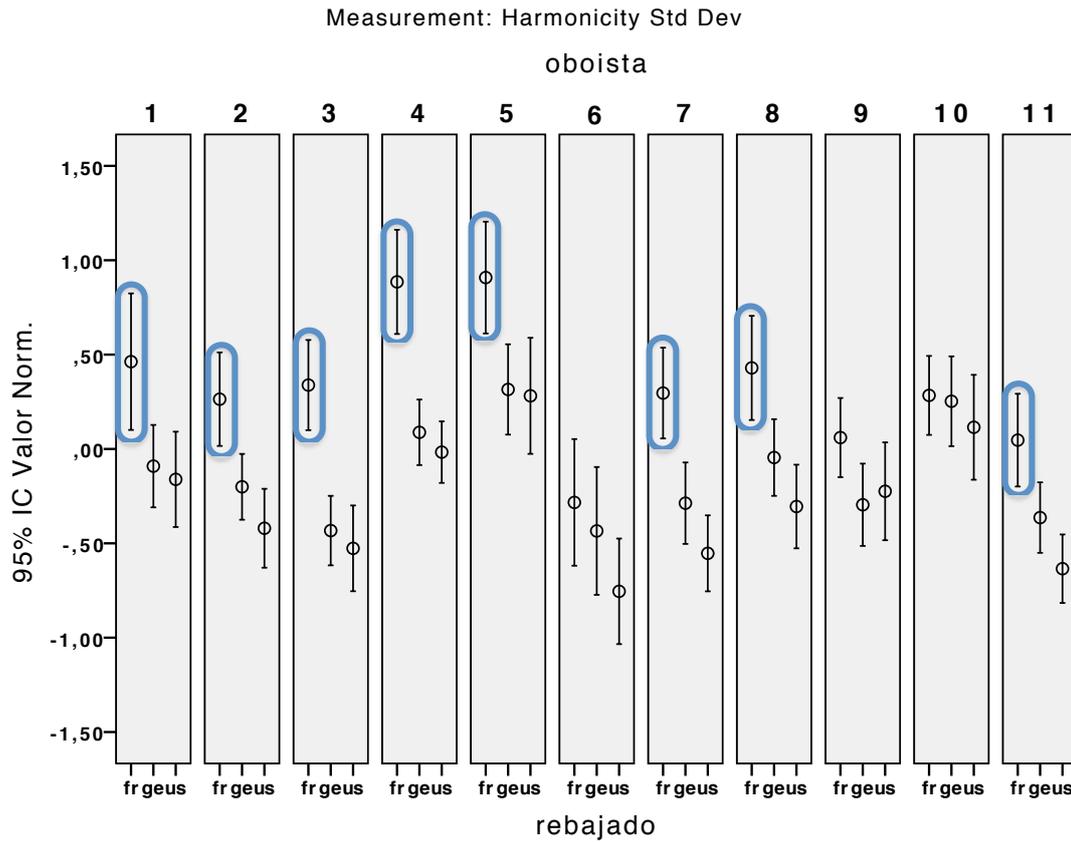


Figura 4.54. Medias con intervalo de confianza de los diferentes estilos de rebajado en función de los oboístas en el parámetro desviación estándar de la armonicidad. Se marca con un círculo azul los resultados significativos.

Si además se analiza el efecto cruzado del rebajado junto al molde, se obtiene un resultado también significativo (tabla 4.10). Al analizar la figura 4.55, se vuelve a ver que el rebajado francés es el más inestable, seguido del alemán y del americano en todos los moldes. Sin embargo, estas diferencias se acentúan en los dos moldes más extremos: el molde 168 es el que más diferencias provoca seguido del molde 107.

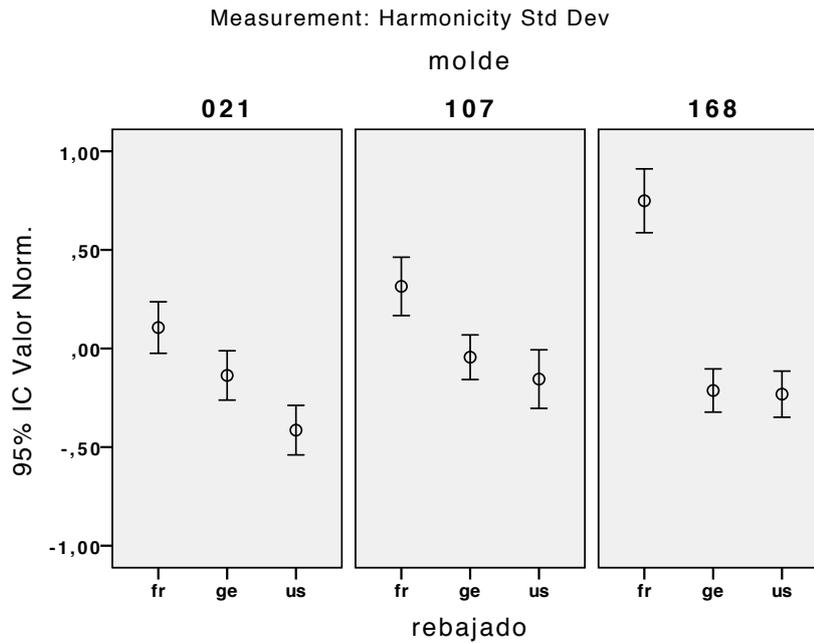


Figura 4.55. Medias con intervalo de confianza de los diferentes estilos de rebajado en función de los moldes en el parámetro desviación estándar de la armonicidad.

#### 4.6.4.7. Parámetros relativos al timbre

##### 4.6.4.7.1. Diferencia de energía de bandas entre las frecuencias por debajo de una 3ª mayor.

Un ANOVA de varios factores (tabla 4.11) muestra que el oboísta ( $F=18,87$ ,  $p<,001$ ,  $\eta^2=,099$ ) y el rebajado ( $F=27,78$ ,  $p<,001$ ,  $\eta^2=,031$ ) son los factores individuales que tienen una influencia significativa, siendo el oboísta el factor más influyente. Además, existe un efecto cruzado del rebajado\*el oboísta ( $F=2,63$ ,  $p<,001$ ,  $\eta^2=,030$ ). Es relevante indicar que ni el grosor ni el molde tienen la menor influencia (*cf.* A.39 para más detalle).

La medición de diferencias de energía por bandas del espectro puede resumirse en la medición de la energía de la fundamental ( $F_0$ ) respecto a la energía en el resto del espectro. Efectivamente, se han utilizado diferentes bandas espectrales partiendo de la fundamental: un semitono (banda de frecuencia de la fundamental a frecuencia más un semitono), dos semitonos (segunda mayor), 4 semitonos (tercera mayor) y 7 semitonos (quinta justa). Como la energía fuera de los armónicos es prácticamente nula para los sonidos de oboe grabados, la energía se concentra en la fundamental y sus armónicos, con lo que estas mediciones que solo engloban la fundamental dan el mismo resultado. Para tener resultados diferentes, se deberían englobar los sucesivos armónicos, utilizando una

banda espectral que abarque la fundamental y más de una octava por encima de la fundamental (lo que contendría el primer armónico).

Origen	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Sig.	Eta al cuadrado parcial
Modelo corregido	450,085	180	2,500	2,985	0,000	0,238
Intersección	0,142	1	0,142	0,170	0,680	0,000
rebajado	46,551	2	23,275	27,787	0,000	0,031
molde	4,796	2	2,398	2,863	0,057	0,003
grosor	0,636	1	0,636	0,759	0,384	0,000
oboista	158,101	10	15,810	18,874	0,000	0,099
rebajado * molde	4,291	4	1,073	1,281	0,275	0,003
rebajado * grosor	6,694	2	3,347	3,996	0,019	0,005
rebajado * oboista	44,122	20	2,206	2,634	0,000	0,030
molde * grosor	11,549	2	5,774	6,894	0,001	0,008
molde * oboista	13,927	20	0,696	0,831	0,677	0,010
grosor * oboista	8,794	10	0,879	1,050	0,399	0,006

Tabla 4.11. Análisis de varianza factorial de la diferencia de energía de bandas entre las frecuencias por debajo de una 3ª mayor para los factores rebajado, molde, grosor y oboista.

Se observa en la figura 4.56, que las lengüetas americanas son las que mayor banda de energía obtienen, de forma muy significativa respecto a las alemanas y a las francesas.

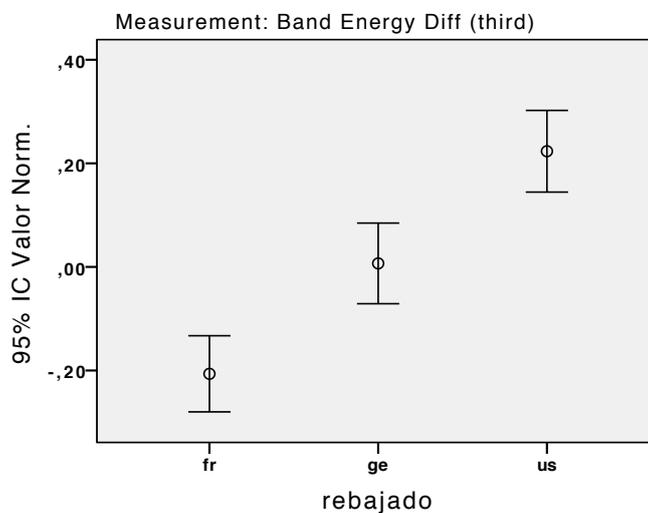


Figura 4.56. Medias con intervalo de confianza de los diferentes estilos de rebajado en el parámetro diferencia de energía de bandas entre las frecuencias por debajo de una 3ª mayor.

La figura 4.57 muestra que, excepto para el oboísta 1, para todos los demás oboístas las lengüetas americanas obtienen una mayor riqueza de armónicos en la banda de energía entre la fundamental y su tercera mayor. Esta diferenciación es significativa en algunos oboístas, pero no en todos ellos.

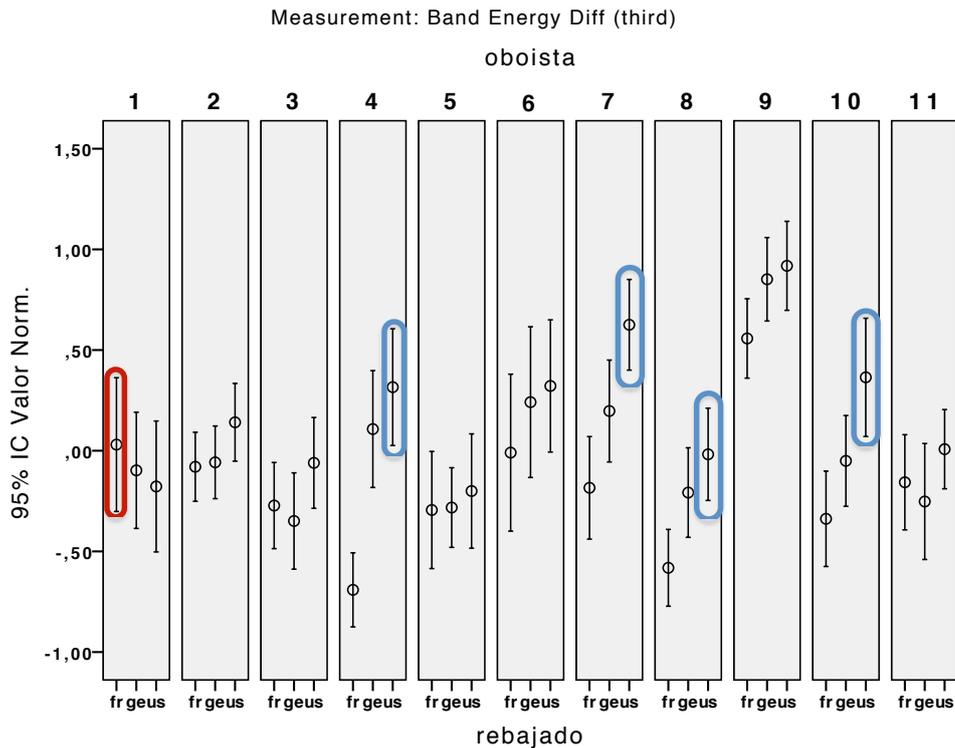


Figura 4.57. Medias con intervalo de confianza de los moldes utilizados en función de los oboístas en el parámetro diferencia de energía de bandas entre las frecuencias por debajo de una 3ª mayor. Se marca con un círculo azul los resultados significativos y con un círculo rojo los resultados contrarios a la media.

En la figura 4.58 puede observarse que la diferencia de energía entre la fundamental y el resto del espectro se debe ante todo a la energía presente en la fundamental: la lengüeta francesa tiene muy poca energía, creando un sonido con menos cuerpo que la alemana que presenta mucha energía en la fundamental.

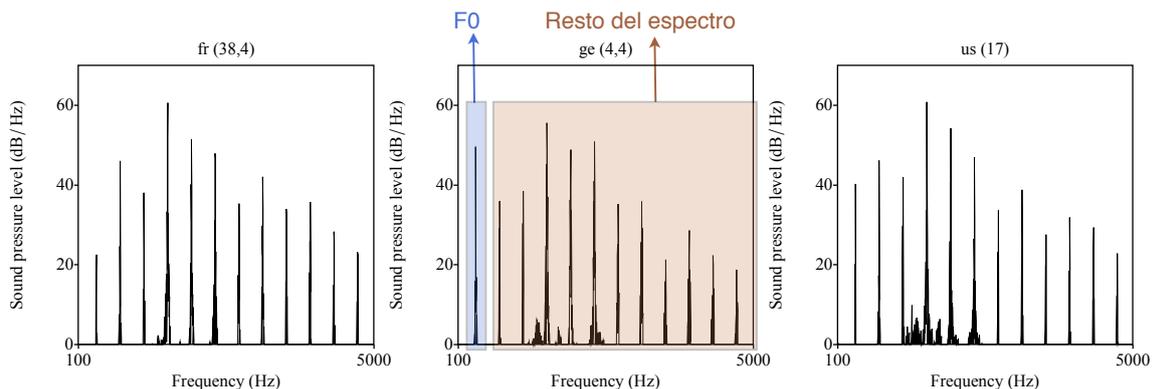


Figura 4.58. Espectro de las lengüetas francesa, alemana y americana para el molde 21, grosor 57 y oboísta 3, en la nota sol<sub>4</sub> del ejercicio arpegio.

Si se analizan los resultados de la diferencia de energía de bandas (3ª mayor) dependiendo de las dimensiones físicas de las lengüetas y no sólo del estilo de rebajado, se puede observar en la tabla 4.11b que tanto el grosor de la punta como la superficie de rebajado tienen una influencia en esta medición acústica, aunque el R<sup>2</sup> corregido obtenido

es muy bajo ( $R^2=,042$ ), comparable a la variabilidad explicada por el estilo de rebajado ( $\eta^2=,072$  cf. tabla A.41).

Resumen del modelo									
Modelo	R	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> corregida	Error típ. de la estimación	Estadísticos de cambio				
					Cambio en R <sup>2</sup>	Cambio en F	gl1	gl2	Sig. Cambio en F
2	0,207	0,043	0,042	0,97618659	0,017	31,587	1	1807	0,000

Coeficientes <sup>a,b</sup>						
Modelo	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados		t	Sig.
	B	Error típ.	Beta			
2	(Constante)	2,587	0,496		5,212	0,000
	dg17 asim punta	0,113	0,020	0,133	5,643	0,000
	su24 libre	-0,015	0,003	-0,132	-5,620	0,000

a.Measurement = Band Energy Diff (4st)  
b.Variable dependiente: Normalized values

Tabla 4.11b. Resumen del modelo (arriba) y coeficientes de las variables predictoras de la regresión de la variable dependiente diferencia de energía de bandas (3ª mayor) con todas las medidas físicas de las lengüetas. Se muestran los que sí tienen influencia sobre la variable dependiente (cf. leyenda de las variables en la tabla 4.aa y 4.bb).

#### 4.6.4.7.2. Centro de gravedad del espectro

Un ANOVA de varios factores (tabla 4.12) muestra que todos los factores individuales son muy significativos ( $p<,001$ ), siendo el oboísta ( $F=25,66$ ,  $p<,001$ ,  $\eta^2=,130$ ) el que mayor variabilidad explica. Los efectos cruzados son todos significativos, a excepción del grosor \*el oboísta (cf. A.40 para más detalle).

El centro de gravedad espectral mide la distribución de la energía en la parte aguda de las frecuencias del espectro. Un centro de gravedad espectral muy agudo respecto a la fundamental suele indicar un espectro más rico en frecuencias agudas (un sonido más brillante). Al contrario, un centro de gravedad cercano a la fundamental indica la existencia de poca energía en la parte aguda del espectro y, por tanto, que el sonido es más apagado. El caso extremo se encuentra para una señal sinusoidal (una frecuencia pura) donde el centro espectral y la fundamental son el mismo valor.

Origen	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Sig.	Eta al cuadrado parcial
Modelo corregido	767,977	180	4,267	6,537	0,000	0,406
Intersección	0,087	1	0,087	0,134	0,715	0,000
rebajado	127,927	2	63,964	97,996	0,000	0,102
molde	108,835	2	54,417	83,370	0,000	0,088
grosor	32,741	1	32,741	50,161	0,000	0,028
oboista	167,522	10	16,752	25,665	0,000	0,130
rebajado * molde	10,766	4	2,691	4,123	0,002	0,010
rebajado * grosor	7,939	2	3,970	6,082	0,002	0,007
rebajado * oboista	27,998	20	1,400	2,145	0,002	0,024
molde * grosor	10,561	2	5,281	8,090	0,000	0,009
molde * oboista	23,651	20	1,183	1,812	0,015	0,021
grosor * oboista	9,950	10	0,995	1,524	0,125	0,009

Tabla 4.12. Análisis de varianza factorial del centro de gravedad espectral para los factores rebajado, molde, grosor y oboista.

En la medición correspondiente al centro de gravedad del espectro, se puede observar en la figura 4.59, que el rebajado francés obtiene un centro espectral más grave que el alemán y el americano. Aunque la figura 4.60 muestra que esta diferencias vienen provocadas más por las particularidades de cada lengüetas que por los estilos de rebajado.

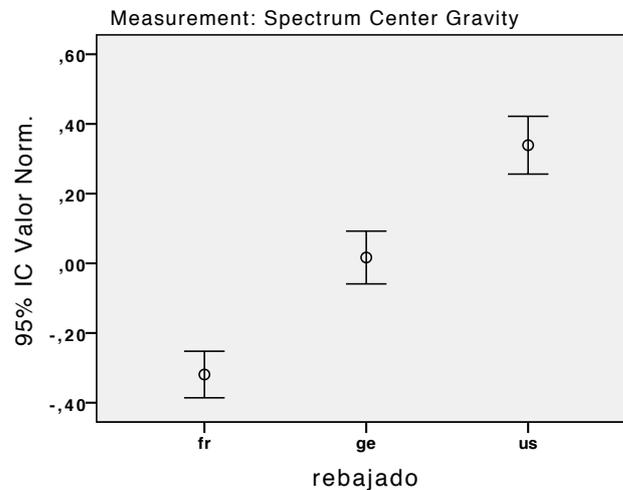


Figura 4.59. Medias con intervalo de confianza de los diferentes estilos de rebajado en el parámetro centro de gravedad del espectro.

La figura 4.61 muestra que el rebajado americano obtiene un centro espectral más agudo, siendo significativo en todos los moldes y todos los grosores respecto al rebajado francés. Respecto al rebajado alemán, es significativo en el molde 107 con todos los grosores, pero sólo con el grosor 59 mm en los moldes 21 y 168, no aportando el grosor 57 mm diferencias significativas entre ellos.

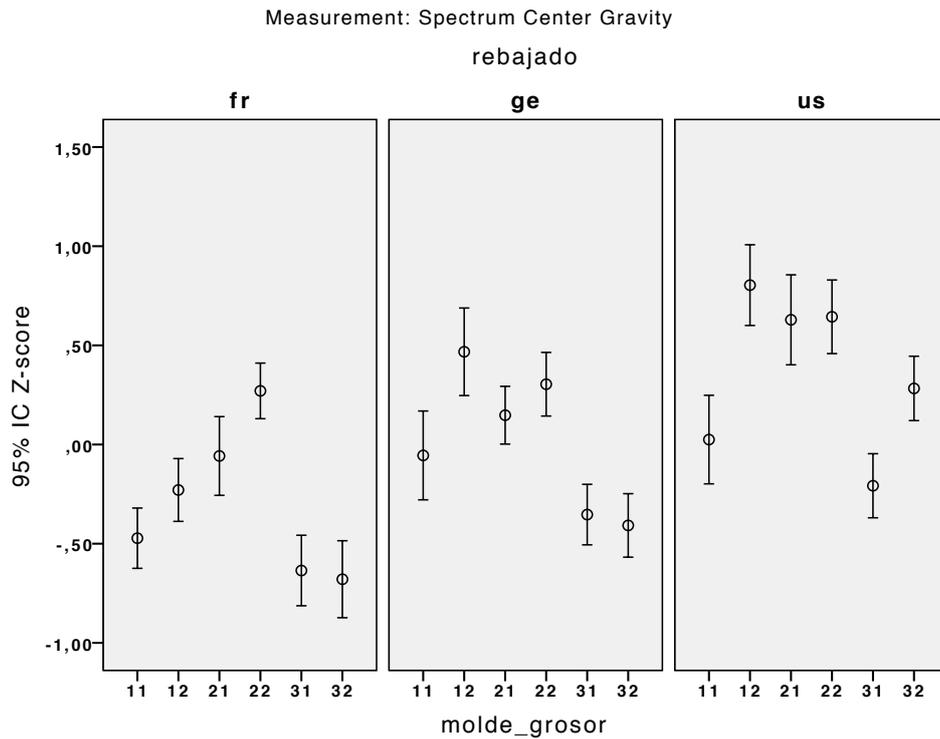


Figura 4.60. Medias con intervalo de confianza comparando todas las lengüetas según el molde, grosor y estilos de rebajado en el parámetro centro de gravedad del espectro. El primer número hace referencia al molde (1=21; 2=107; 3=168) y el segundo número al grosor (1=57 mm; 2=59 mm).

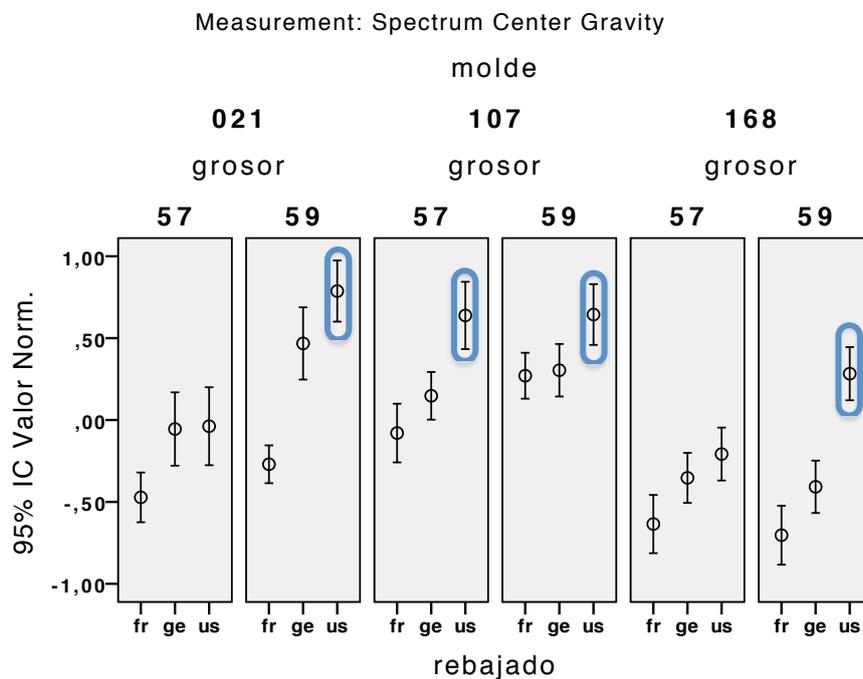


Figura 4.61. Medias con intervalo de confianza de los diferentes estilos de rebajado en función de los moldes y del grosor en el parámetro centro de gravedad del espectro. Se marca con un círculo azul los resultados significativos.

La figura 4.62 muestra los espectros para uno de los ejercicios *fortissimo* y la figura 4.63 para un ejercicio *pianissimo*: en ambos casos el centro espectral es más grave para la

lengüeta francesa que pierde armónicos en la parte aguda, y más agudo para la lengüeta americana que tiene mucha más energía en los armónicos por encima de 1600Hz.

Se observa, igualmente, que en los sonidos *fortissimo* el centro espectral es más agudo que en los *pianissimo*, indicando que al tocar más fuerte no solamente se consigue más intensidad, sino que sobre todo se adquieren más armónicos agudos con mayor potencia (cambio tímbrico). Estos cambios también se pueden ver en el apartado dedicado al ejercicio *fortissimo* (cf. punto 4.6.7).

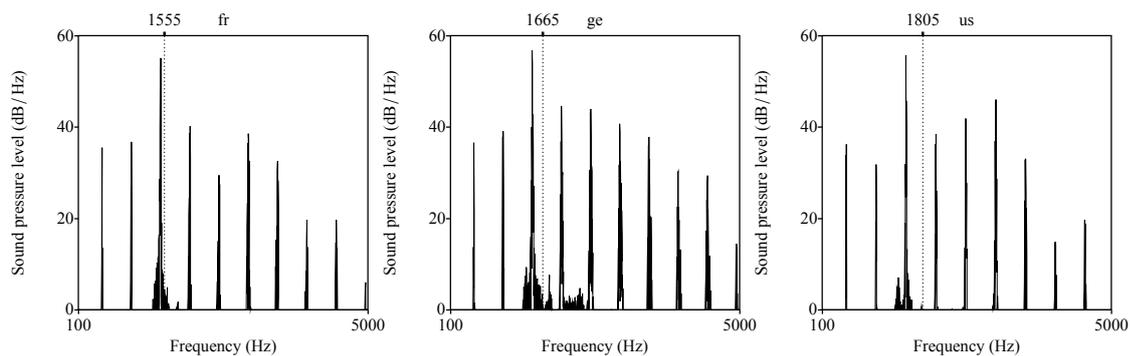


Figura 4.62. Espectro de las lengüetas francesa, alemana y americana para la nota sol<sub>4</sub> del ejercicio *fortissimo* (molde 2,07 grosor 59 mm y oboísta 8). La línea de puntos indica el centro de gravedad espectral con el valor de la frecuencia correspondiente (Hz).

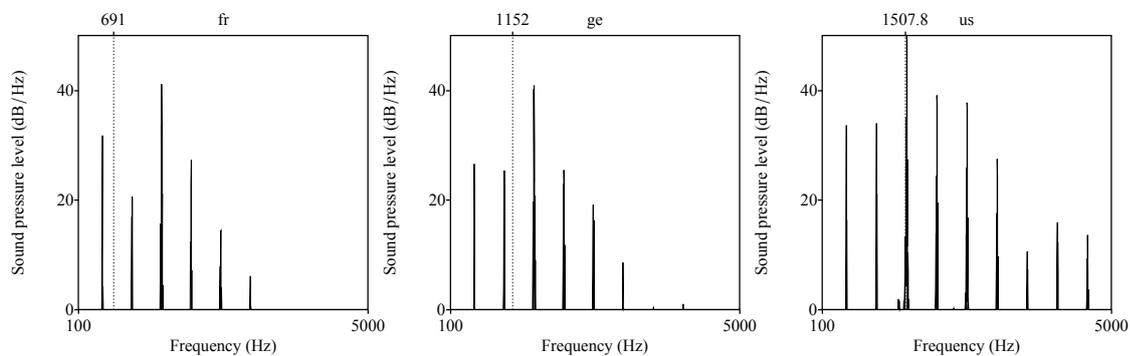


Figura 4.63. Espectro de las lengüetas francesa, alemana y americana para la nota sol<sub>4</sub> del ejercicio *pianissimo* (molde 21, grosor 59 mm y oboísta 2). La línea de puntos indica el centro de gravedad espectral con el valor de la frecuencia correspondiente (Hz).

Si se analizan los resultados del centro de gravedad del espectro dependiendo de las dimensiones físicas de las lengüetas y no sólo del estilo de rebajado, se puede observar en la tabla 4.12b que, al contrario de lo que ocurría con las mediciones de la frecuencia, los grosores individuales de la punta no influyen para en el centro de gravedad del espectro, sino que más bien la diferencia de los grosores en la punta de las palas junto con la superficie total del rebajado y la longitud y ancho de la pala son los parámetros más

influyentes. El  $R^2$  corregido obtenido es muy bajo ( $R^2=,199$ ), comparable a la variabilidad explicada por el estilo de rebajado ( $\eta^2=,140$  cf. tabla A.41).

Resumen del modelo									
Modelo	R	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> corregida	Error típ. de la estimación	Estadísticos de cambio				
					Cambio en R <sup>2</sup>	Cambio en F	gl1	gl2	Sig. Cambio en F
10	,449 <sup>j</sup>	0,201	0,199	0,89260480	-0,001	2,237	1	1802	0,135

Coeficientes <sup>a,b</sup>						
Modelo		Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.
		B	Error típ.	Beta		
10	(Constante)	-145,964	21,992		-6,637	0,000
	su24 libre	-0,904	0,122	-7,898	-7,385	0,000
	dg20 atras cora	0,025	0,006	0,090	4,038	0,000
	dg17 asim punta	0,112	0,020	0,131	5,655	0,000
	dist8 libre	6,507	0,898	7,837	7,244	0,000
	dist7 ancho	20,394	3,000	3,091	6,799	0,000
	rg31 centro lado	-0,777	0,109	-0,279	-7,153	0,000

a.Measurement = Spectrum Center Gravity  
b.Variable dependiente: Normalized values

Tabla 4.12b. Resumen del modelo (arriba) y coeficientes de las variables predictoras de la regresión de la variable dependiente centro de gravedad del espectro con todas las medidas físicas de las lengüetas. Se muestran los que sí tienen influencia sobre la variable dependiente (cf. leyenda de las variables en la tabla 4.aa y 4.bb).

#### **4.6.5. Análisis de datos mediante T-test**

En esta parte se realiza una serie de pruebas T pareadas comparando para cada par de lengüetas las mediciones acústicas de un mismo ejercicio de interpretación, así se estudian las características acústicas generales de cada lengüeta en función del rebajado, del molde y del grosor, pudiendo observarse las diferencias existentes entre cada par del factor analizado en cada momento.

##### **4.6.5.1. Influencia del grosor**

Si se realiza una prueba T-pareada (*paired samples T-test*) para examinar si el grosor es significativo o no, se observa en la tabla 4.13, que en el parámetro intensidad el grosor es muy significativo ( $p < ,001$ ), siendo el grosor 59/100 mm el que proporciona sonidos más pianos. A su vez, el grosor que más desviaciones provoca en la amplitud también es el 59/100 mm obteniendo un valor, como en la intensidad, muy significativo ( $p < ,001$ ). Tanto la frecuencia media como el centro de gravedad espectral y el *number of voiced frames* también son muy significativos dependiendo del grosor. En los dos primeros parámetros, el grosor 59/100 mm sobresale del otro grosor utilizado proporcionando mayor estabilidad en la frecuencia y un centro espectral con más riqueza en los componentes armónicos. Sin embargo, el grosor 57/100 mm proporciona una mayor facilidad a la vibración respecto al grosor 59/100 mm.

Si además se dividen los parámetros que son significativos por ejercicios y se utilizan los valores no normalizados, se pueden observar los resultados obtenidos en la tabla 4.14 para sólo los ejercicios que presentan significatividad. Los ejercicios que no presentan esta significatividad han sido eliminados, para facilitar la lectura de la tabla.

En el parámetro frecuencia media, cabe destacar cómo el grosor 59/100 mm es muy significativo ( $p < ,01$ ) en las notas  $do_5$ ,  $sol_4$  y en el *diminuendo*. También destaca el ejercicio *pianissimo*, que obtiene significatividad en todos los parámetros aparecidos en la tabla, excepto para la desviación estándar de la armonicidad.

medida	grosor	t	Sig.
Amplitude Std Dev	57 - 59	-5,436	0,000
Band Energy Diff (third)	57 - 59	-0,953	0,341
F0 Delta (Hz)	57 - 59	2,104	0,036
F0 Mean (Hz)	57 - 59	-7,652	0,000
F0 Std Dev (st)	57 - 59	0,390	0,697
Harmonicity Mean	57 - 59	-0,159	0,874
Harmonicity Std Dev	57 - 59	2,888	0,004
Intensity (dB)	57 - 59	-6,568	0,000
Number Voiced Frames	57 - 59	4,727	0,000
Spectrum Center Gravity	57 - 59	-7,545	0,000

Tabla 4.13. Resumen del análisis de la prueba T, comparando los diferentes grosores en todos los valores acústicos (significatividad bilateral), cf. A.42 para más detalle.

Si además se tienen en cuenta los diferentes estilos de rebajado, se observa en la tabla 4.15, que el rebajado alemán es significativo ( $p < ,001$ ) para todos los parámetros estudiados anteriormente, de forma que existe una relación directa entre el grosor 59/100 mm del rebajado alemán con todos los parámetros estudiados, excepto en la facilidad de vibración (*number voiced frames*), en la que es el grosor 57/100 mm el significativo. Lo mismo ocurre con el rebajado francés, que aunque no proporciona la misma significatividad que el alemán, también influye de la misma forma que el anterior, excepto en la frecuencia media, que no consigue significatividad. Además, podemos resaltar que la desviación estándar de la armonicidad es significativa para el rebajado francés y el grosor 57/100 mm.

<b>medida</b>	<b>ejercicio</b>	<b>grosor</b>	<b>t</b>	<b>Sig.</b>
Amplitude Std Dev	ADo4	57 - 59	-2,866	0,005
	Pianissimo	57 - 59	-2,003	0,048
F0 Mean (Hz)	ADo5	57 - 59	-3,866	0,000
	ADo6	57 - 59	-2,132	0,037
	AMi4	57 - 59	-2,746	0,008
	AMi5	57 - 59	-2,511	0,015
	ASol4	57 - 59	-4,753	0,000
	ASol5	57 - 59	-2,342	0,023
	DIM	57 - 59	-3,865	0,000
	Pianissimo	57 - 59	-2,335	0,023
Harmonicity Std Dev	AMi4	57 - 59	2,270	0,026
	ASol4	57 - 59	3,268	0,002
	DIM	57 - 59	2,228	0,029
Intensity (dB)	ADo4	57 - 59	-2,841	0,006
	ASol5	57 - 59	-2,404	0,018
	DIM	57 - 59	-2,170	0,033
	Fortissimo	57 - 59	-2,749	0,007
	Pianissimo	57 - 59	-2,922	0,004
Number Voiced Frames	ADo5	57 - 59	2,417	0,018
	AMi4	57 - 59	2,224	0,029
	AMi5	57 - 59	2,498	0,014
	ASol4	57 - 59	2,616	0,011
	Pianissimo	57 - 59	2,081	0,040
Spectrum Center Gravity	ADo4	57 - 59	-2,734	0,008
	ADo5	57 - 59	-1,994	0,049
	AMi4	57 - 59	-3,114	0,003
	AMi5	57 - 59	-3,138	0,002
	ASol4	57 - 59	-2,745	0,007
	ASol5	57 - 59	-2,573	0,012
	DIM	57 - 59	-2,527	0,013
	Fortissimo	57 - 59	-3,021	0,003
	Pianissimo	57 - 59	-2,259	0,026

Tabla 4.14. Resumen del análisis de la prueba T, comparando los diferentes grosos en todos los valores acústicos significativos, divididos por ejercicios (significatividad bilateral), *cf.* A.43 para más detalle.

medida	rebajado	grosor	t	Sig.
Amplitude Std Dev	fr	57 - 59	-2,638	0,009
	ge	57 - 59	-4,183	0,000
	us	57 - 59	-2,440	0,015
F0 Mean (Hz)	fr	57 - 59	-1,242	0,216
	ge	57 - 59	-7,425	0,000
	us	57 - 59	-4,797	0,000
Harmonicity Std Dev	fr	57 - 59	3,513	0,001
	ge	57 - 59	1,382	0,168
	us	57 - 59	-0,082	0,935
Intensity (dB)	fr	57 - 59	-4,049	0,000
	ge	57 - 59	-5,280	0,000
	us	57 - 59	-2,160	0,032
Number Voiced Frames	fr	57 - 59	3,137	0,002
	ge	57 - 59	4,020	0,000
	us	57 - 59	1,380	0,169
Spectrum Center Gravity	fr	57 - 59	-2,904	0,004
	ge	57 - 59	-3,233	0,001
	us	57 - 59	-6,864	0,000

Tabla 4.15. Resumen del análisis de la prueba T, comparando los diferentes grosores en todos los valores acústicos significativos, divididos por rebajados (significatividad bilateral), cf. A.44 para más detalle.

#### 4.6.5.2. Influencia del rebajado

Al realizar una prueba T-pareada (*paired samples T-test*) para averiguar si el rebajado influye de forma muy significativa en los parámetros estudiados y qué rebajado es el que más influye, se puede observar en la tabla 4.16 que muchos de los parámetros estudiados son influenciados por el rebajado. A continuación se analizan estos parámetros agrupándolos por categorías.

medida	rebajado	t	Sig.
Amplitude Std Dev	fr - ge	-6,873	0,000
	fr - us	-6,759	0,000
	ge - us	0,448	0,654
Band Energy Diff (third)	fr - ge	-4,729	0,000
	fr - us	-8,456	0,000
	ge - us	-4,604	0,000
F0 Delta (Hz)	fr - ge	3,905	0,000
	fr - us	3,025	0,003
	ge - us	-0,244	0,807
F0 Mean (Hz)	fr - ge	-20,822	0,000
	fr - us	-48,466	0,000
	ge - us	-31,348	0,000
F0 Std Dev (st)	fr - ge	3,582	0,000
	fr - us	1,473	0,141

medida	rebajado	t	Sig.
	ge - us	-1,268	0,205
Harmonicity Mean	fr - ge	-4,877	0,000
	fr - us	-3,301	0,001
	ge - us	1,127	0,260
Harmonicity Std Dev	fr - ge	8,995	0,000
	fr - us	11,126	0,000
	ge - us	3,259	0,001
Intensity (dB)	fr - ge	-8,099	0,000
	fr - us	-8,685	0,000
	ge - us	-1,382	0,168
Number Voiced Frames	fr - ge	5,194	0,000
	fr - us	5,114	0,000
	ge - us	0,796	0,426
Spectrum Center Gravity	fr - ge	-6,786	0,000
	fr - us	-13,059	0,000
	ge - us	-7,436	0,000

Tabla 4.16. Resumen del análisis de la prueba T, comparando los diferentes rebajados en todos los valores acústicos (significatividad bilateral), cf. A.45 para más detalle.

#### 4.6.5.2.1. Parámetros relativos a la afinación

Los resultados de la tabla 4.16 muestran que el rebajado que mayor rango de frecuencias consigue es el francés respecto al alemán y al americano respectivamente, de forma significativa. Sin embargo, en el parámetro de la frecuencia media, el estilo de rebajado que se adapta es el americano, siendo muy significativo en todos los casos ( $p < 0,001$ ) y el que peor frecuencia media consigue es el rebajado francés, siendo también muy significativo respecto al alemán.

Si se analizan los datos por ejercicios, se observa que en el parámetro delta de la frecuencia, el único ejercicio que consigue una significatividad muy alta es la nota  $mi_4$ , con el rebajado francés respecto al americano ( $t=4,7$ ;  $p < 0,001$ ). Sin embargo, en el parámetro frecuencia media, todos los ejercicios son muy significativos respecto al rebajado americano ( $p < 0,001$ ) excepto en el *fortissimo*, donde el rebajado alemán no consigue diferenciarse significativamente del francés ( $t=-1,3$ ;  $p=,171$ ).

#### 4.6.5.2.2. Parámetros relativos a la estabilidad de la afinación

Respecto a la desviación estándar, el rebajado alemán es el que mejor mantiene la estabilidad en la afinación, siendo significativo sólo respecto al rebajado francés. El rebajado francés, sin embargo, es el más inestable.

#### 4.6.5.2.3. Parámetros relativos a la intensidad

En la intensidad se observa cómo el rebajado francés es el que menor intensidad consigue frente al americano. Sin embargo, el estilo americano es el que más intensidad logra, siendo muy significativo respecto al francés ( $t=-8,7$ ;  $p<,001$ ), pero no frente al alemán; el alemán es significativo frente al francés ( $t=-8,1$ ;  $p<,001$ ).

Si dividimos los parámetros por ejercicios, se advierte que estas diferencias se consiguen en los ejercicios *diminuendo*, *fortissimo* y *pianissimo*, así como en las notas aisladas  $do_4$ ,  $do_6$  y  $mi_4$ .

#### 4.6.5.2.4. Parámetros relativos a la variabilidad de la intensidad

Al igual que ocurre con la intensidad, en la desviación estándar de la amplitud, el rebajado francés es el que menor estabilidad proporciona siendo el rebajado alemán el que menor desviación presenta, con significatividad respecto al estilo francés ( $t=-6,9$ ;  $p<,001$ ), pero no al americano.

#### 4.6.5.2.5. Parámetros relativos a la facilidad de vibración

Al observar los datos de la cantidad de ciclos con una altura definida ( $N^\circ$  *voiced frames*) de la tabla 4.16, se ve que las lengüetas con el estilo de rebajado francés tienen una mayor facilidad para la vibración que las alemanas ( $t=5,1$ ;  $p<,001$ ) y las americanas ( $t=5,1$ ;  $p<,001$ ), siendo las americanas las que peor facilidad de vibración obtienen. Esto se da en todos los ejercicios, siendo significativo en las notas graves como el  $do_4$ . Sin embargo, en el ejercicio *pianissimo*, cuando se necesita un rebajado un poco más suave para conseguir el efecto deseado, se observa cómo es el rebajado americano el que consigue de forma muy significativa ( $t=-3,4$ ;  $p=,001$ ) el mejor resultado respecto del rebajado francés.

#### 4.6.5.2.6. Parámetros relativos a la armonicidad

La tabla 4.16 muestra que el rebajado francés es el que menor armonicidad consigue y, por consiguiente, el que mayor desviación estándar obtiene; mientras que el

rebajado alemán es el más armónico, siendo significativo frente al francés ( $t=-4,9$ ;  $p<,001$ ), pero no al americano.

Si se analizan estas diferencias por ejercicios, se aprecia que es en el *pianissimo* donde se obtienen mayores diferencias, siendo el rebajado americano el más armónico en este caso, seguido del alemán ( $p=,004$ ) y del francés ( $p<,001$ ). Del mismo modo, en el ejercicio *diminuendo*, el rebajado alemán es el más armónico, seguido del americano ( $p=,219$ ) y del francés ( $p=,005$ ). Sin embargo, cabe destacar la nota aislada  $do_5$ , que consigue que el rebajado francés sea más armónico que el alemán y el americano, de forma muy significativa en ambos casos ( $p<,001$ ). Asimismo, el rebajado americano es el más estable en la armonicidad (el que menor desviación estándar tiene), excepto en las notas aisladas  $mi_5$  y  $sol_5$ , donde el rebajado americano es más inestable, seguido del francés y del alemán, siendo significativo para la nota  $mi_5$  ( $p<,001$  y  $p=,027$  respectivamente), pero no para el  $sol_5$  ( $p=,169$  y  $p=,888$  respectivamente).

#### 4.6.5.2.7. Parámetros relativos al timbre

La medición de la energía por bandas de frecuencias fijas crea diferencias muy significativas entre los diferentes estilos de rebajados, siendo el americano muy significativo ( $p<,001$ ) en todos los casos.

En la medición correspondiente al centro de gravedad del espectro, se observa que el rebajado americano es que el mayor componente armónico contiene obteniendo un centro de gravedad alto de forma muy significativa ( $p<,001$ ) respecto a todos los demás rebajados, siendo el rebajado francés el más pobre en cuanto a componentes armónicos obtenidos.

#### 4.6.5.3. Influencia del molde

Para averiguar la influencia del molde en los parámetros estudiados, se realiza una prueba T-pareada (*paired samples T-test*) teniendo en cuenta que para los parámetros relativos a la afinación y a la estabilidad de ésta, sólo se comparan los dos moldes más estándares, eliminando, como en los casos anteriores, el molde 168.

La tabla 4.17 muestra que los moldes nos son significativos para los parámetros dependientes de la afinación y su estabilidad. Sin embargo, si se realiza el análisis comparando los datos por ejercicios, se observa que en el parámetro delta de la afinación,

el molde 107 consigue diferencias significativas respecto al molde 21 en la nota aislada dos ( $t=-2,5$ ;  $p=,021$ ). En la frecuencia media, destaca el ejercicio *fortissimo*, donde el molde 107 provoca una diferencia significativa respecto al 21 ( $t=-3,3$ ;  $p=,002$ ) y en el parámetro que mide la desviación estándar de la frecuencia resalta el ejercicio *diminuendo*, donde el molde 107 consigue una mayor desviación respecto al 21 de forma significativa ( $t=-3,1$ ;  $p=,003$ ).

medida	molde	t	Sig.
Amplitude Std Dev	021 - 107	5,715	0,000
	021 - 168	2,773	0,006
	107 - 168	-2,972	0,003
Band Energy Diff (third)	021 - 107	1,256	0,210
	021 - 168	2,129	0,034
	107 - 168	1,507	0,132
F0 Delta (Hz)	021 - 107	-0,583	0,560
F0 Mean (Hz)	021 - 107	-1,875	0,061
F0 Std Dev (st)	021 - 107	-1,217	0,224
Harmonicity Mean	021 - 107	-3,143	0,002
	021 - 168	0,572	0,568
	107 - 168	3,407	0,001
Harmonicity Std Dev	021 - 107	-3,799	0,000
	021 - 168	-4,732	0,000
	107 - 168	-0,887	0,375
Intensity (dB)	021 - 107	6,156	0,000
	021 - 168	2,282	0,023
	107 - 168	-3,847	0,000
Number Voiced Frames	021 - 107	-2,746	0,006
	021 - 168	-1,463	0,144
	107 - 168	1,030	0,303
Spectrum Center Gravity	021 - 107	-5,171	0,000
	021 - 168	7,739	0,000
	107 - 168	13,798	0,000

Tabla 4.17. Resumen del análisis de la prueba T, comparando los diferentes rebajados en todos los valores acústicos (significatividad bilateral), cf. A.46 para más detalle.

Respecto al análisis de los datos de la intensidad y su estabilidad (desviación estándar de la amplitud), se aprecia que el molde que mayor intensidad y desviación estándar consigue es el 21 de forma significativa respecto a todos los moldes, seguido del 168 y del 107 respectivamente. Al analizar los datos de la intensidad en referencia a los diferentes ejercicios ejecutados, se destaca sobre todo las diferencias significativas obtenidas en los ejercicios *diminuendo* y *fortissimo*. En ambos casos, el molde 21 consigue

mayor intensidad que el 107 ( $p<,001$  y  $p=,001$ , respectivamente) del mismo modo que lo consigue el 168 respecto al 107 ( $p=,002$  y  $p<,001$ , respectivamente).

En referencia a la facilidad de vibración, sólo el molde 107 obtienen diferencias significativas respecto al molde 21 ( $p=,006$ ), aportando el 107 mayor facilidad a la hora de ejecutar los ejercicios.

Los moldes también influyen de forma significativa en la armonicidad. El molde 107 es el más armónico, seguido del 21 y del 168 siendo significativo en ambos casos ( $p=,002$  y  $p=,001$  respectivamente). Además, el molde que mayor desviación estándar provoca en la armonicidad es el 168, seguido del 107 y del 21. Si analizamos los datos separándolos por ejercicios, se puede observar que en la nota aislada  $do_5$ , el molde 21 es el menos armónico respecto al 168 ( $p=,011$ ) y al 107 ( $p=,005$ ); además, en este mismo ejercicio el molde 21 es el que menor desviación estándar provoca respecto al molde 168 ( $p<,001$ ). Sin embargo, en la nota aislada  $sol_5$ , cabe destacar que el molde 21 es más armónico que el 168 de forma significativa ( $p=,004$ ). Tanto en la nota aislada  $do_4$  como en el ejercicio *diminuendo*, el molde 21 es el que menor desviación estándar obtiene respecto a los otros dos moldes ( $p<,001$  y  $p=,001$ , respectivamente).

En los parámetros destinados al timbre, sólo se producen diferencias significativas en las diferencias de energía por bandas entre los moldes 21 y 168 ( $p=,034$ ), destacando estas diferencias en la nota aislada  $do_4$ , donde el molde 21 consigue de forma significativa ( $p<,001$ ) una mayor energía que el 168. Se destaca, además, la nota aislada  $sol_5$ , donde esta vez es el molde 107 el que obtiene mayor energía que el 168 de forma significativa ( $p<,001$ ). Sin embargo, en el centro de gravedad espectral se obtienen las máximas diferencias respecto a los tres moldes utilizados en la investigación: el molde 107 es el que consigue una mayor cantidad de componentes armónicos frente al 21 y al 168, destacando en los ejercicios  $do_5$  ( $p<,024$  y  $p<,001$ , respectivamente),  $mi_4$  ( $p<,030$  y  $p<,001$ , respectivamente) y *diminuendo* ( $p<,017$  y  $p<,001$ , respectivamente).

#### 4.6.6. Análisis de datos mediante el escalamiento multidimensional

Mediante el escalamiento multidimensional se intenta visualizar en un gráfico los diferentes datos obtenidos en el análisis acústico. En este caso, el escalamiento multidimensional va a mostrar la similitud existente entre los diferentes estilos de rebajado, los moldes y los grosores de las lengüetas estudiadas.

Al realizar un escalamiento multidimensional (ALSCAL) sobre todas las mediciones acústicas, utilizando un modelo de dos dimensiones, se intenta entender si los diferentes estilos de rebajado, los moldes o los grosores se comportan de forma similar en los ejercicios. La variabilidad explicada por estas dimensiones para todas las mediciones es: RSQ= 95%.

Las figuras 4.64 y 4.65, muestran la obtención de una asociación clara por estilos de rebajado para la dimensión 1 y la utilización de los diferentes moldes para la dimensión 2.

Estos resultados confirman los datos obtenidos anteriormente mediante los ANOVAS de medidas repetidas y los T-test: las diferentes escuelas de rebajado influyen en las mediciones acústicas estudiadas.

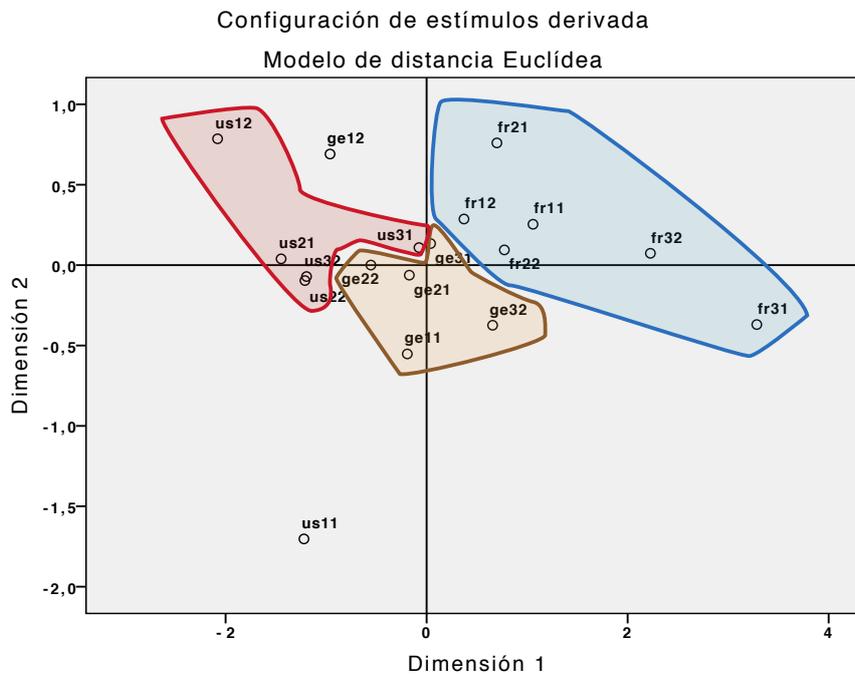


Figura 4.64. Escalamiento multidimensional de todas las mediciones acústicas. Las dos primeras letras codifican el tipo de rebajado, el primer número indica el tipo de molde (1=21; 2=107;3=168) y el segundo número el tipo de grosor (1=57 mm; 2= 59 mm). Se marca la dimensión 1 obtenida: estilos de rebajado.

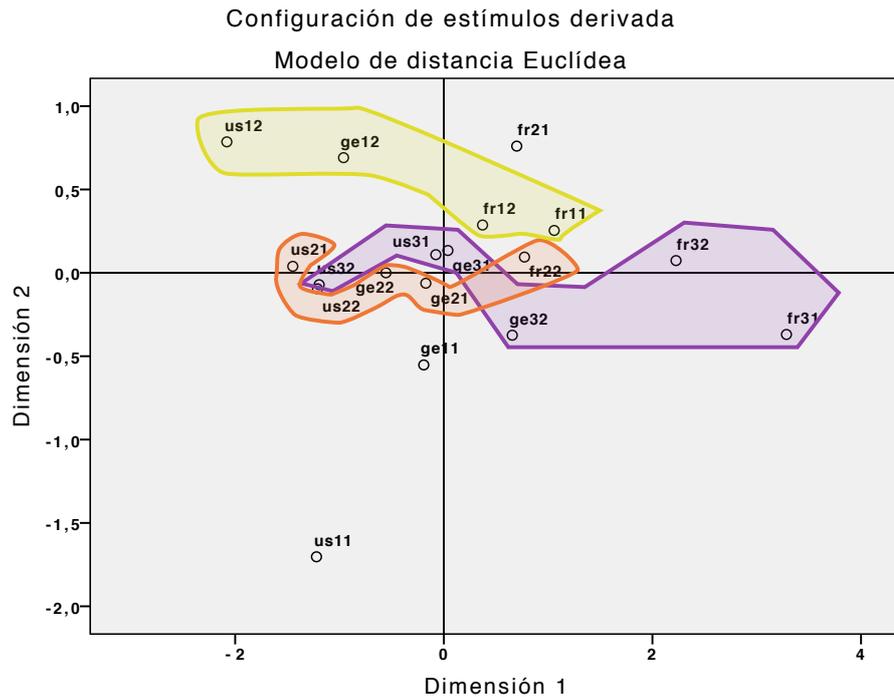


Figura 4.65. Escalamiento multidimensional de todas las mediciones acústicas. Las dos primeras letras codifican el tipo de rebajado, el primer número indica el tipo de molde (1=21; 2=107;3=168) y el segundo número el tipo de grosor (1=57 mm; 2= 59 mm). Se marca la dimensión 2 obtenida: moldes.

#### 4.6.7. Respuestas acústicas en función del ejercicio *diminuendo*

Este ejercicio consiste en una nota larga que se ejecuta disminuyendo progresivamente la intensidad sonora. Una buena ejecución implica:

- 1) un gran ámbito en la intensidad (delta intensidad) pasando del máximo inicial al mínimo final de manera regular, con lo que se crea una nueva medición ad hoc que analiza la diferencia entre intensidad máxima y mínima.
- 2) una estabilidad en la afinación, ya que se corre el riesgo que con el *diminuendo* baje la afinación. Para ello se mide la diferencia entre el punto máximo y mínimo de la frecuencia (delta frecuencia) en semitonos.
- 3) una duración larga de la nota con una altura determinada, antes de que el *diminuendo* llegue a un soplo, con lo que interesa la medición de la parte con una altura definida (*voiced frames*).

Un análisis de las otras mediciones acústicas (armonicidad, altura media, intensidad media, centro espectral, bandas de energía, etc.) muestra un comportamiento similar entre

el ejercicio *diminuendo* y el comportamiento general de las lengüetas para todos los ejercicios, con lo que se remite al análisis general para esas mediciones.

#### 4.6.7.1. Duración de la nota

Como se ha explicado anteriormente, en el punto 4.6.3.5.1, hay que tener en cuenta que los oboístas no contaban con un metrónomo para verificar la velocidad de la pulsación en la interpretación de los ejercicios, por lo que en esta medición existen longitudes en los *diminuendi* muy dispares, no siendo un problema de la lengüeta, sino de la realización del ejercicio.

La tabla 4.18 (*cf.* A.47 para más detalle) muestra que ningún elemento de fabricación de la lengüeta influye en la duración de la nota, con lo que los oboístas parecen compensar las particularidades de la lengüeta al interpretar.

Origen	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	23,514	17	1,383	1,438	0,124
Intersección	0,005	1	0,005	0,005	0,943
rebajado	4,440	2	2,220	2,308	0,103
molde	2,994	2	1,497	1,556	0,214
grosor	0,745	1	0,745	0,774	0,380
rebajado * molde	2,455	4	0,614	0,638	0,636
rebajado * grosor	0,658	2	0,329	0,342	0,711
molde * grosor	8,113	2	4,057	4,216	0,016

Tabla 4.18. Análisis de varianza factorial de la variable *Number Voiced Frames* para los factores rebajado, molde y grosor (elementos de fabricación de la lengüeta).

#### 4.6.7.2. Variación de la afinación

Un ANOVA de varios factores (tabla 4.19) muestra que el rebajado es el único factor individual que tiene una influencia significativa en la caída de la afinación ( $F=11,91$ ,  $p<,001$ ), los otros elementos de fabricación de la lengüeta carecen de influencia. Los efectos cruzados no son significativos (*cf.* A.48 para más detalle). En la figura 4.66 se observa que claramente, el estilo de rebajado francés tiene más ámbito de frecuencia, lo que supone una pérdida de afinación importante, siendo un inconveniente para la interpretación, lo que se verifica a través de una prueba T pareada (tabla 4.20, *cf.* A.49 para más detalle).

Origen	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	1,483	17	0,087	2,578	0,001
Intersección	34,593	1	34,593	1022,477	0,000
rebajado	0,806	2	0,403	11,913	0,000
molde	0,135	2	0,067	1,994	0,140
grosor	0,033	1	0,033	0,978	0,324
rebajado * molde	0,332	4	0,083	2,454	0,048
rebajado * grosor	0,098	2	0,049	1,447	0,238
molde * grosor	0,026	2	0,013	0,390	0,677

Tabla 4.19. Análisis de varianza factorial de la variable delta de frecuencia (en semitonos) para los factores rebajado, molde y grosor (elementos de fabricación de la lengüeta).

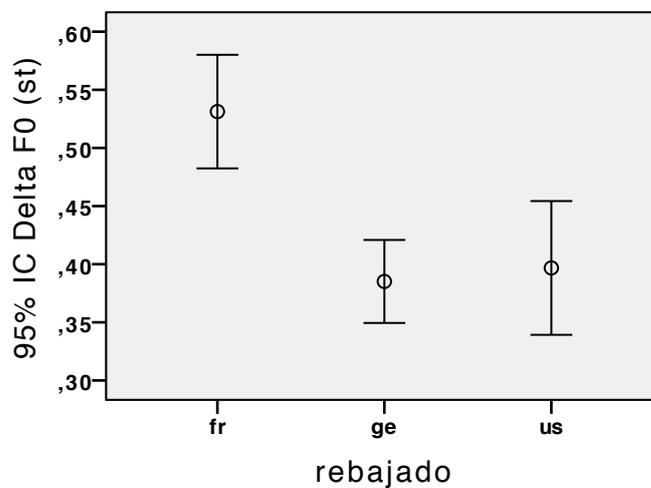


Figura 4.66. Media con intervalo de confianza de la diferencia de afinación (delta de frecuencia), en semitonos, por tipos de rebajado.

rebajado	t	Sig.
fr-ge	5,679	0,000
fr-us	3,463	0,001
ge-us	-0,522	0,604

Tabla 4.20. Resumen del análisis de la prueba T pareada comparando el delta de frecuencia (en semitonos) para los diferentes estilos de rebajado.

Un ANOVA de varios factores (tabla 4.21, *cf.* A.50 para más detalle) muestra que el rebajado es más influyente que el oboísta, aunque ambos tienen una significatividad importante ( $p < ,001$ ) y su efecto cruzado es igualmente importante, como se puede apreciar en la figura 4.67: en general, el rebajado francés suele provocar una mayor diferencia de afinación, pero para algunos oboístas el resultado es muy marcado y para otros no es significativo.

Origen	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	2,972	32	0,093	3,414	0,000
Intersección	31,181	1	31,181	1146,323	0,000
rebajado	0,665	2	0,333	12,229	0,000
oboista	0,882	10	0,088	3,243	0,001
rebajado * oboista	1,321	20	0,066	2,428	0,001

Tabla 4.21. Análisis de varianza factorial de la variable delta de frecuencia (en semitonos) para los factores rebajado y oboista.

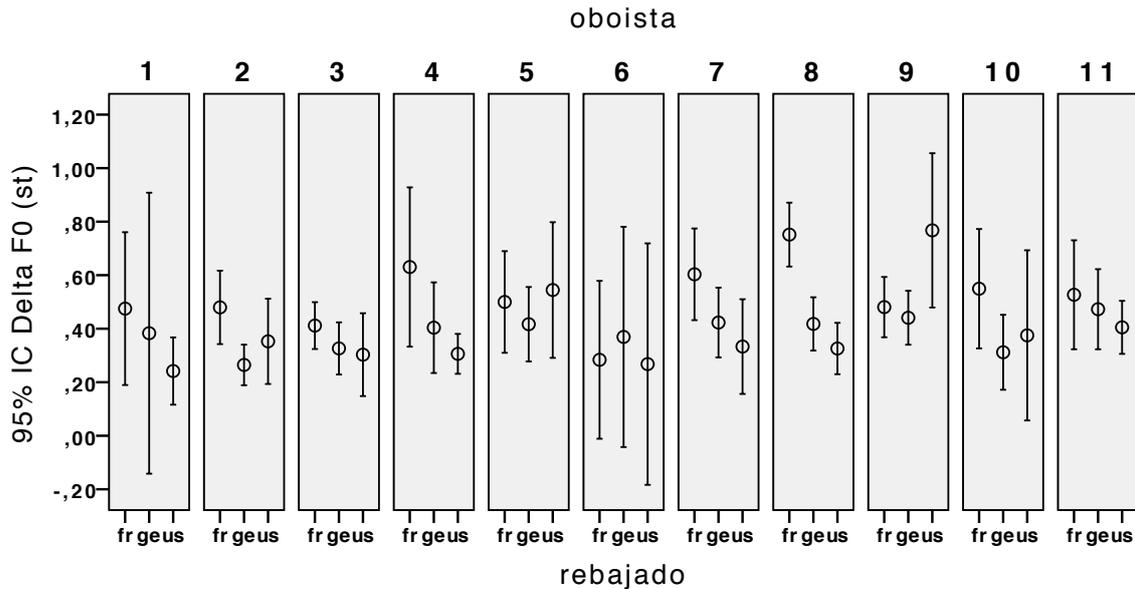


Figura 4.67. Medias con intervalo de confianza de la diferencia de afinación (delta de frecuencia), en semitonos, por estilo de rebajado y oboista.

#### 4.6.7.3. Ámbito de intensidad

Finalmente, se abarca el parámetro acústico que mejor mide el ejercicio *diminuendo*, es decir, la diferencia de intensidad entre el punto máximo inicial y el punto mínimo final. Un ANOVA de varios factores muestra en la tabla 4.22 (*cf.* A.51 para más detalle) que ninguno de los parámetros de fabricación de la lengüeta influye significativamente en el delta de intensidad (*cf.* figura 4.68), lo que se verifica a través de una prueba T pareada (tabla 4.23, *cf.* A.52 para más detalle).

Origen	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	46,374	17	2,728	0,863	0,618
Intersección	146571,209	1	146571,209	46369,252	0,000
rebajado	1,250	2	0,625	0,198	0,821
molde	4,225	2	2,113	0,668	0,514
grosor	0,034	1	0,034	0,011	0,918
rebajado * molde	13,627	4	3,407	1,078	0,369
rebajado * grosor	1,458	2	0,729	0,231	0,794
molde * grosor	8,890	2	4,445	1,406	0,248

Tabla 4.22. Análisis de varianza factorial de la variable delta de la intensidad (en dB) para los factores rebajado, molde y grosor (elementos de fabricación de la lengüeta).

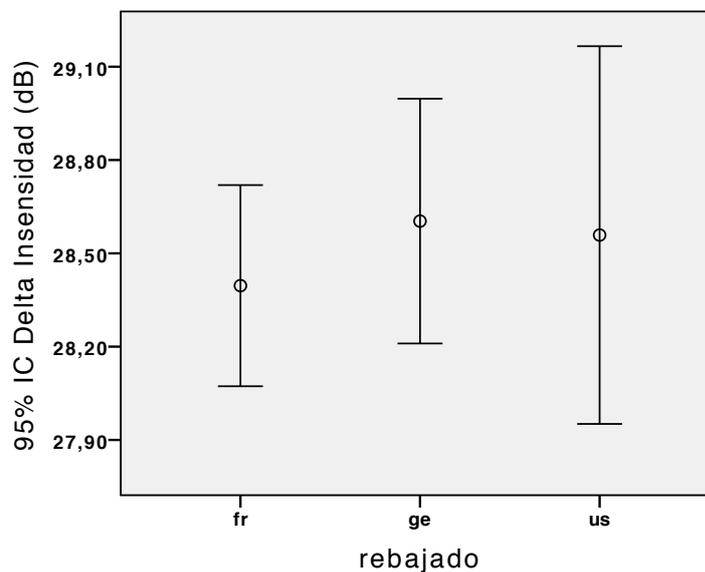


Figura 4.68. Media con intervalo de confianza de la diferencia de intensidad (en dB) por tipos de rebajado.

rebajado	t	Sig.
fr - ge	-1,108	0,273
fr - us	-0,470	0,640
ge - us	0,126	0,900

Tabla 4.23. Resumen del análisis de la prueba T pareada comparando el delta de intensidad (en dB) para los diferentes estilos de rebajado.

Se observa que el oboísta ( $F=3,68$ ,  $p<,001$ ) sí tiene un influencia en la realización del ejercicio para conseguir un delta de intensidad mayor, y que el estilo de rebajado tiene un efecto cruzado con el oboísta ( $F=2,4$ ,  $p=,001$ ) como se puede observar en la tabla 4.24 (cf. A.53 para más detalle). La figura 4.69 no muestra una tendencia clara del comportamiento del estilo de rebajado en función del oboísta.

Origen	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	206,074	32	6,440	2,681	0,000
Intersección	137508,541	1	137508,541	57241,082	0,000
rebajado	0,682	2	0,341	0,142	0,868
oboista	88,499	10	8,850	3,684	0,000
rebajado * oboista	116,144	20	5,807	2,417	0,001

Tabla 4.24. Análisis de varianza factorial de la variable delta de la intensidad (en dB) para los factores rebajado y oboista.

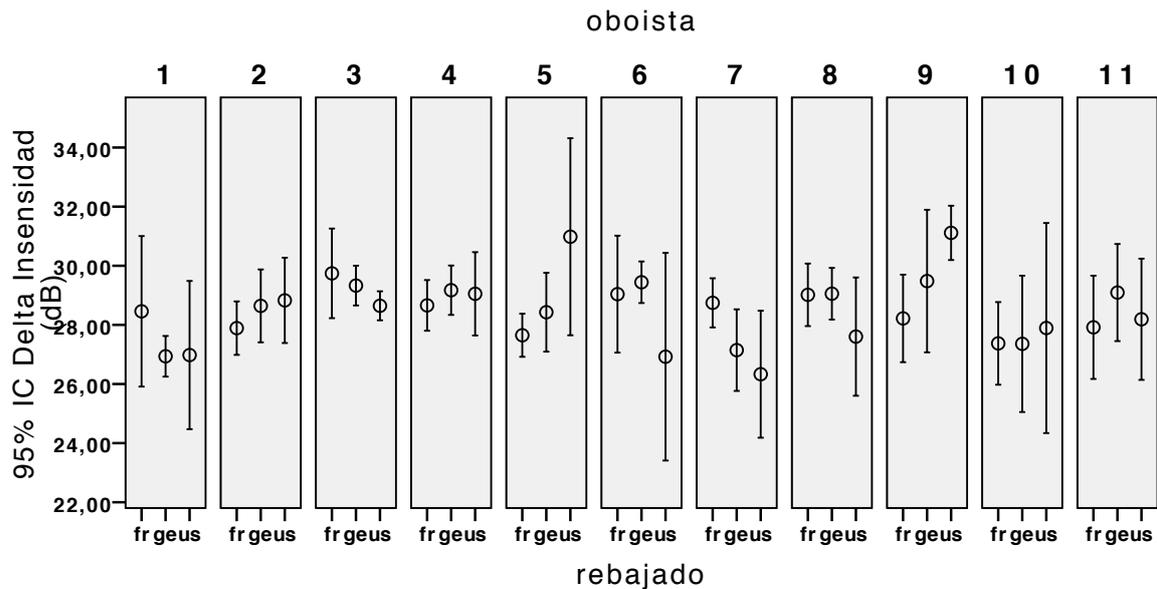


Figura 4.69. Medias con intervalo de confianza de la diferencia de intensidad (en dB) por estilo de rebajado y oboista.

#### 4.6.7.4. Correlación entre ámbito de intensidad y de afinación

Se debe verificar si existe una correlación (tabla 4.25) entre la amplitud del delta de intensidad conseguido (elemento deseado) y la amplitud del delta de frecuencia (elemento indeseado). Existe una correlación muy significativa ( $p=,001$ ) aunque débil ( $r=,241$ ) con lo que se puede estimar que el mayor ámbito de intensidad está asociado a una mayor caída de afinación, aunque no es sistemático. Esto se puede comprobar en la tabla 4.26, donde se ve que para ciertos oboístas no hay ninguna correlación significativa entre delta de intensidad y de afinación (e incluso la correlación es negativa), para otros hay una correlación marcada y significativa.

Correlaciones			
		Delta F0 (st)	Delta Insensidad (dB)
Delta F0 (st)	Corr.	1	,241**
	Sig.		0,001
	N	181	181

Tabla 4.25. Correlación de Pearson y significatividad bilateral entre el delta de intensidad y de afinación.

Correlaciones				
oboísta			Delta F0 (st)	Delta Insensidad (dB)
1	Delta F0 (st)	Corr.	1	0,378
		Sig.		0,316
2	Delta F0 (st)	Corr.	1	-0,293
		Sig.		0,238
3	Delta F0 (st)	Corr.	1	-0,083
		Sig.		0,744
4	Delta F0 (st)	Corr.	1	0,117
		Sig.		0,644
5	Delta F0 (st)	Corr.	1	-0,090
		Sig.		0,721
6	Delta F0 (st)	Corr.	1	0,494
		Sig.		0,146
7	Delta F0 (st)	Corr.	1	,673**
		Sig.		0,002
8	Delta F0 (st)	Corr.	1	0,290
		Sig.		0,243
9	Delta F0 (st)	Corr.	1	,588*
		Sig.		0,010
10	Delta F0 (st)	Corr.	1	0,363
		Sig.		0,139
11	Delta F0 (st)	Corr.	1	-0,205
		Sig.		0,414
**. La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).				
*. La correlación es significativa al nivel 0,05 (bilateral).				

Tabla 4.26. Correlación de Pearson y significatividad bilateral (N=18 para todos los casos, excepto para el oboísta 1 N=9) entre el delta de intensidad y de afinación para los diferentes oboístas.

Al analizar las lengüetas de todos los oboístas, se observa que la lengüeta con el molde 107 y grosor 57 en el oboísta 8 es la lengüeta donde más diferencias de frecuencia existe entre rebajados. Aunque en la tabla 4.36 se puede ver que la correlación entre el delta de la afinación y el de la intensidad en el oboísta 8 no es significativa, la figura 4.70 muestra gráficamente los efectos de los rebajados: caídas y subidas de afinación y de intensidad como en la alemana, o descensos más progresivos como en la americana.

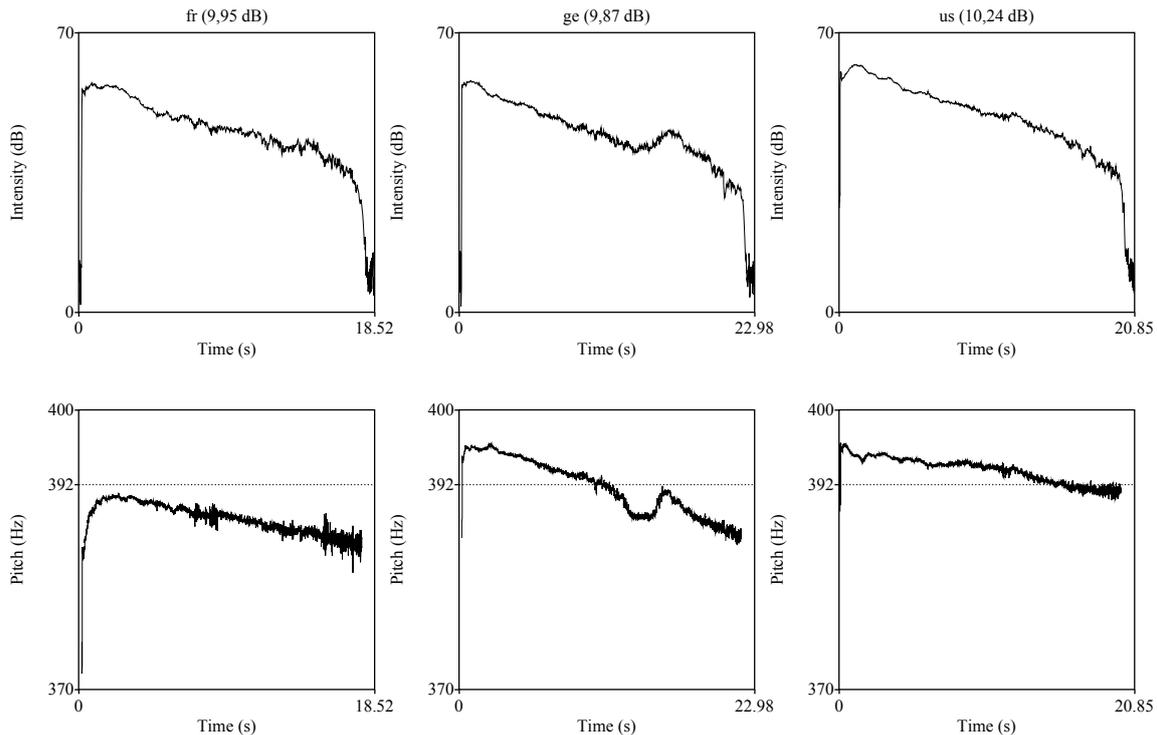


Figura 4.70. Evolución de la intensidad (en dB, arriba) y la frecuencia (en Hz, abajo) de las lengüetas francesa, alemana y americana, molde 107 y grosor 57/100 mm en el oboísta 8. Se marca la referencia del sol<sub>4</sub> (392 Hz).

#### 4.6.8. Respuestas acústicas en función del ejercicio *pianissimo*

Este ejercicio se realiza al interpretar la nota si<sub>4</sub> con la mínima intensidad sonora posible. Una buena ejecución implica:

- 1) una intensidad mínima, para averiguar qué lengüeta consigue tocar más *piano*.
- 2) una estabilidad en la afinación, ya que en el transcurso del *pianissimo* es posible una caída de la afinación. Para ello se mide la diferencia entre el punto máximo y mínimo de la frecuencia (delta frecuencia) en Hz.

##### 4.6.8.1. Intensidad mínima

Un ANOVA de varios factores muestra en la tabla 4.27 (*cf.* A.54 para más detalle), al analizar los diferentes elementos de fabricación de la lengüeta eliminando la posible influencia del oboísta en la intensidad, que el rebajado es el único factor que influye de forma significativa ( $F=4,61$ ,  $p=,011$ ,  $\eta^2=,051$ ). Ninguno de los efectos cruzados es significativo. En la figura 4.71 se observa claramente que el estilo de rebajado francés es el

que menos intensidad consigue, por lo que es el estilo de rebajado más conveniente para la interpretación, lo que se verifica a través de una prueba T pareada (tabla 4.28, cf. A.55 para más detalle).

Origen	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Sig.	Eta al cuadrado parcial
Modelo corregido	19,109	17	1,124	1,138	0,322	0,101
Intersección	0,022	1	0,022	0,022	0,882	0,000
rebajado	9,116	2	4,558	4,614	0,011	0,051
molde	1,430	2	0,715	0,724	0,486	0,008
grosor	2,402	1	2,402	2,432	0,121	0,014
rebajado * molde	3,020	4	0,755	0,764	0,550	0,017
rebajado * grosor	1,279	2	0,639	0,647	0,525	0,007
molde * grosor	0,621	2	0,310	0,314	0,731	0,004

Tabla 4.27. Análisis de varianza factorial de la intensidad (en dB) para los factores rebajado, molde y grosor (elementos de fabricación de la lengüeta).

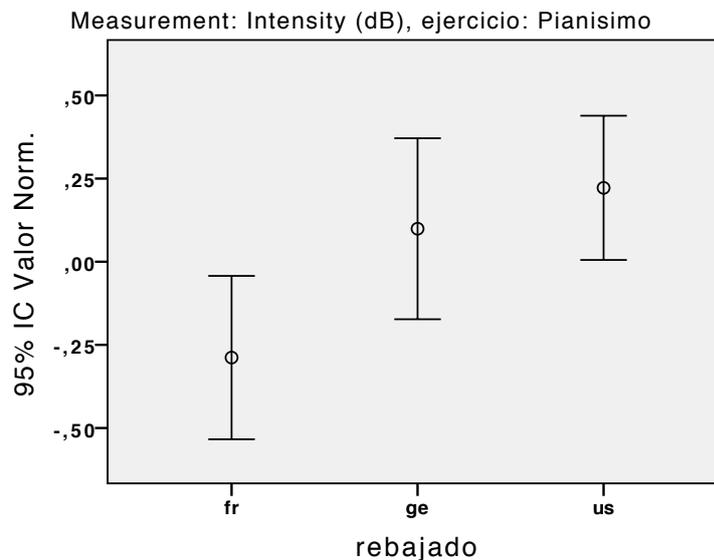


Figura 4.71. Media con intervalo de confianza de la diferencia de intensidad (en dB) por tipos de rebajado.

medida	ejercicio	rebajado	t	Sig.
Intensity (dB)	Pianissimo	fr - ge	-2,612	0,012
		fr - us	-4,857	0,000
		ge - us	-1,408	0,165

Tabla 4.28. Resumen del análisis de la prueba T pareada comparando la intensidad (en dB) para los diferentes estilos de rebajado.

Si se incorpora ahora al análisis el factor oboísta, se observa en la tabla 4.29 (cf. A.56 para más detalle), que es el factor más influyente ( $F=28,85$ ,  $p<,001$ ,  $\eta^2=,648$ ), aunque tanto el rebajado como el oboísta tienen una significatividad importante ( $p<,001$ ). Sin

embargo, su efecto cruzado no es significativo, como se puede apreciar en la figura 4.72: en general, el rebajado francés consigue producir una menor intensidad, pero para los oboístas el resultado no es significativo.

Origen	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Sig.	Eta al cuadrado parcial
Modelo corregido	128,614	32	4,019	10,450	0,000	0,680
Intersección	2,869	1	2,869	7,460	0,007	0,045
rebajado	6,219	2	3,110	8,085	0,000	0,093
oboista	110,987	10	11,099	28,856	0,000	0,648
rebajado * oboista	6,392	20	0,320	0,831	0,673	0,096

Tabla 4.29. Análisis de varianza factorial de la intensidad (en dB) para los factores rebajado y oboista.

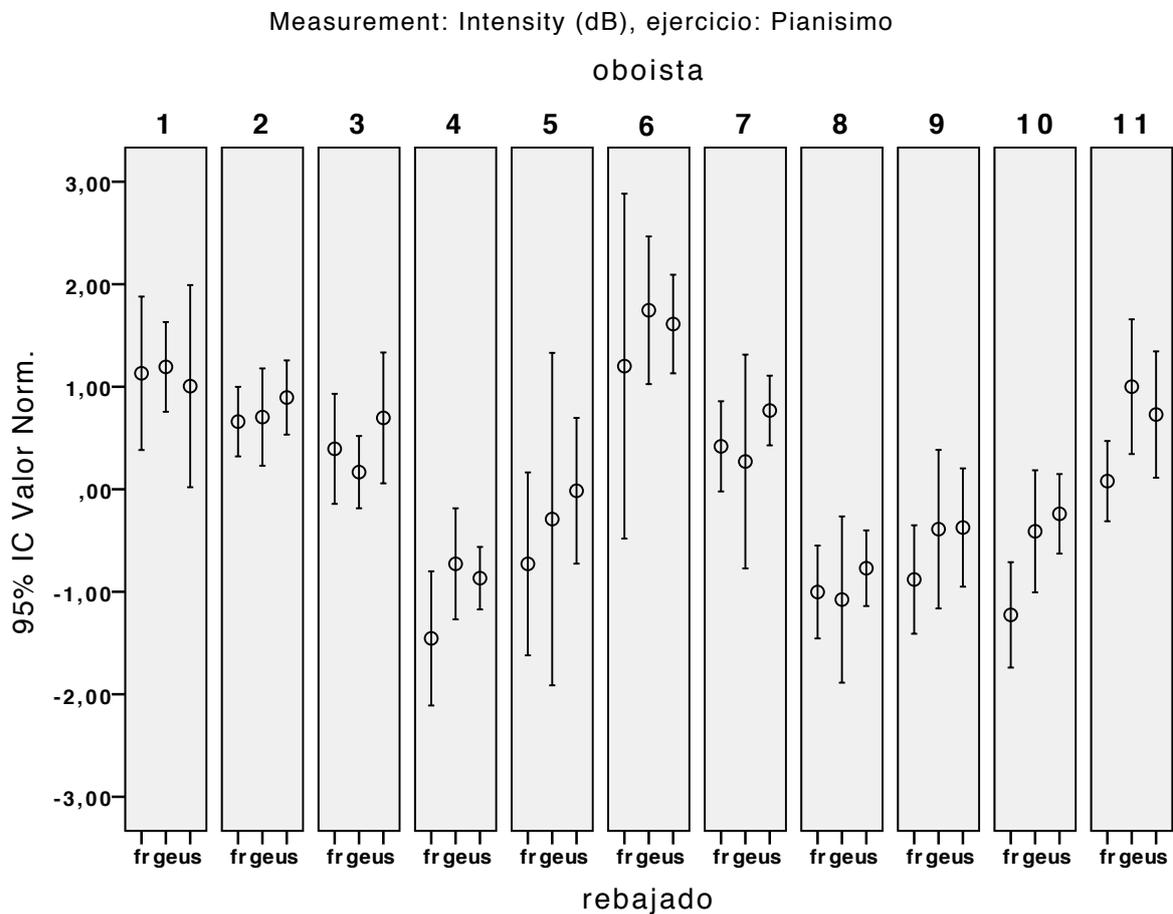


Figura 4.72. Medias con intervalo de confianza de la intensidad (en dB) por estilo de rebajado y oboísta.

#### 4.6.8.2. Estabilidad en la afinación

Un ANOVA de varios factores muestra en la tabla 4.30 (*cf.* A.57 para más detalle) que el rebajado es el único factor que influye de forma muy significativa ( $F=6,04$ ,  $p=,003$ ,  $\eta^2=,095$ ). Ninguno de los efectos cruzados es significativo. En la figura 4.73 se observa,

que el estilo de rebajado francés es el que mayor desviación en la afinación consigue, convirtiéndose en el rebajado menos conveniente desde el punto de vista de la interpretación, lo que se verifica a través de una prueba T pareada (tabla 4.31, cf. A.58 para más detalle).

Origen	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Sig.	Eta al cuadrado parcial
Modelo corregido	20,403	11	1,855	1,892	0,047	0,153
Intersección	0,121	1	0,121	0,124	0,726	0,001
rebajado	11,844	2	5,922	6,040	0,003	0,095
molde	0,406	1	0,406	0,414	0,521	0,004
grosor	0,0000892	1	0,0000892	0,000	0,992	0,000
rebajado * molde	0,353	2	0,176	0,180	0,836	0,003
rebajado * grosor	0,439	2	0,220	0,224	0,800	0,004
molde * grosor	3,886	1	3,886	3,964	0,049	0,033

Tabla 4.30. Análisis de varianza factorial del delta de afinación (en Hz) para los factores rebajado, molde y grosor (elementos de fabricación de la lengüeta).

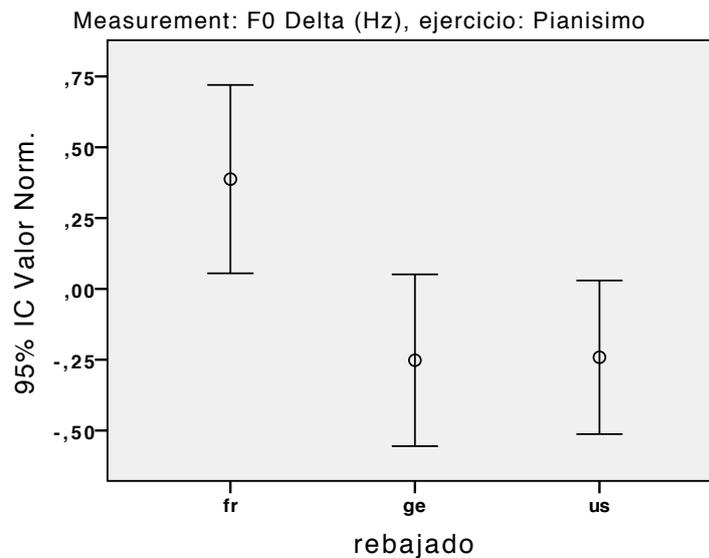


Figura 4.73. Media con intervalo de confianza del delta de afinación (en Hz) por tipos de rebajado.

medida	ejercicio	rebajado	t	Sig.
F0 Delta (Hz)	Pianissimo	fr - ge	2,337	0,025
		fr - us	3,365	0,002
		ge - us	0,068	0,946

Tabla 4.31. Resumen del análisis de la prueba T pareada comparando el delta de afinación (en Hz) para los diferentes estilos de rebajado.

Si se incorpora al análisis el factor oboísta, se observa en la tabla 4.32 (cf. tabla A. 59 para más detalle), que es el factor más influyente ( $F=3,21$ ,  $p=,001$ ,  $\eta^2=,255$ ), aunque tanto el rebajado como el oboísta tienen una significatividad importante. Sin embargo, su efecto cruzado no es significativo, como se puede apreciar en la figura 4.74: el rebajado francés consigue una mayor inestabilidad en la afinación, pero para los oboístas el resultado no es significativo.

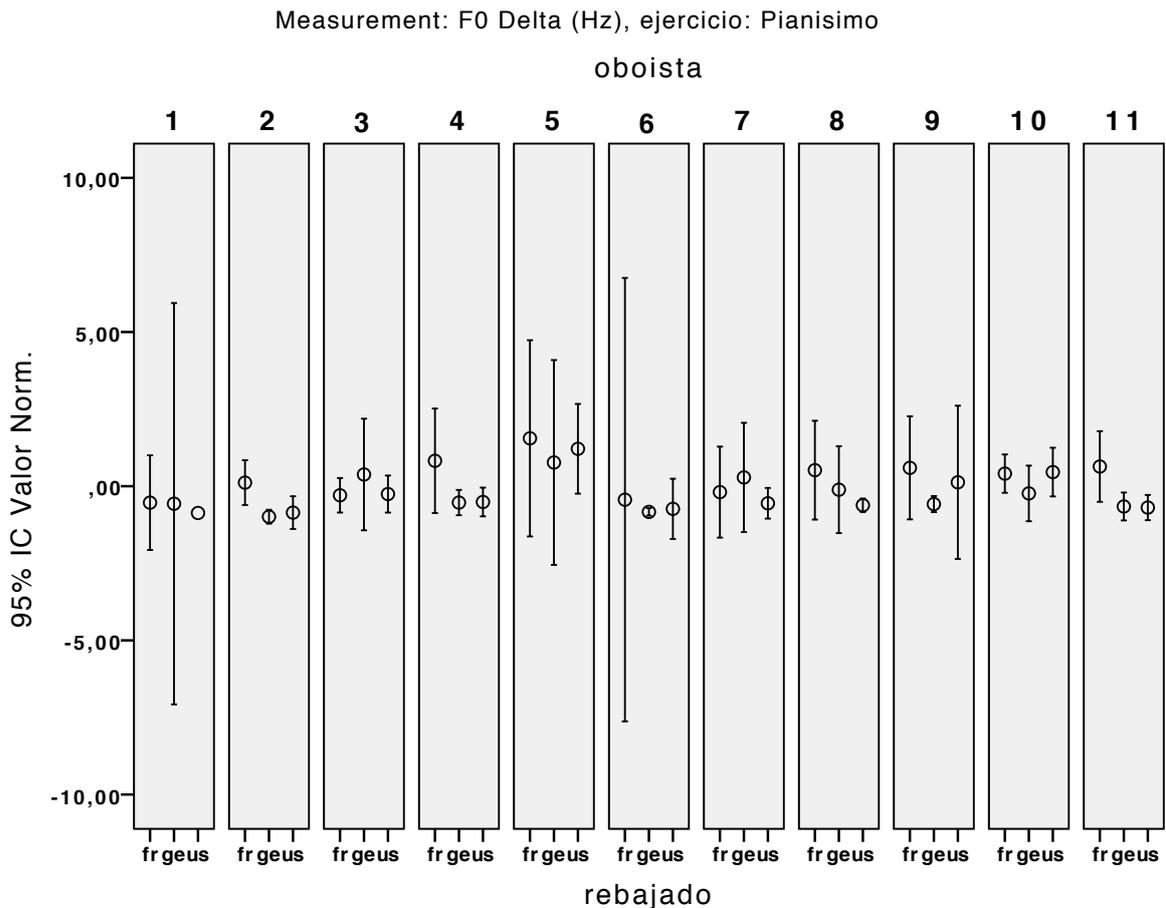


Figura 4.74. Medias con intervalos de confianza del delta de afinación (en Hz) por estilo de rebajado y oboísta.

Origen	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Sig.	Eta al cuadrado parcial
Modelo corregido	52,756	32	1,649	1,928	0,008	0,396
Intersección	1,035	1	1,035	1,210	0,274	0,013
rebajado	8,769	2	4,385	5,127	0,008	0,098
oboista	27,505	10	2,751	3,216	0,001	0,255
rebajado * oboista	13,662	20	0,683	0,799	0,709	0,145

Tabla 4.32. Análisis de varianza factorial del delta de afinación (en Hz) para los factores rebajado y oboísta.

#### **4.6.9. Respuestas acústicas en función del ejercicio *fortissimo***

Este ejercicio se realiza al interpretar la nota si<sub>4</sub> con la máxima intensidad sonora posible. Una buena ejecución implica:

- 1) una intensidad máxima, para averiguar qué lengüeta consigue tocar más *forte*.
- 2) la riqueza en el timbre, es decir, al analizar el centro de gravedad del espectro se puede averiguar qué rebajado contiene un mayor componente armónico.

##### **4.6.9.1. Intensidad máxima**

Un ANOVA de varios factores muestra en la tabla 4.33 (*cf.* A.60 para más detalle) que ninguno de los factores individuales influyen de forma significativa, además sus efectos cruzados no son significativos. En la figura 4.75 se observa claramente que el estilo de rebajado francés es el que menor intensidad consigue, por lo que es el menos conveniente para la interpretación de este ejercicio. El rebajado alemán es el que mayor intensidad consigue, seguido muy de cerca del americano, lo que se verifica a través de una prueba T pareada (tabla 4.34, *cf.* A.61 para más detalle).

Origen	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Sig.	Eta al cuadrado parcial
Modelo corregido	12,325	17	0,725	0,706	0,794	0,065
Intersección	0,015	1	0,015	0,014	0,905	0,000
rebajado	5,383	2	2,692	2,620	0,076	0,030
molde	3,041	2	1,520	1,480	0,231	0,017
grosor	0,746	1	0,746	0,726	0,395	0,004
rebajado * molde	0,357	4	0,089	0,087	0,986	0,002
rebajado * grosor	0,757	2	0,379	0,369	0,692	0,004
molde * grosor	0,444	2	0,222	0,216	0,806	0,003

Tabla 4.33. Análisis de varianza factorial de la intensidad (en dB) para los factores rebajado, molde y grosor (elementos de fabricación de la lengüeta).

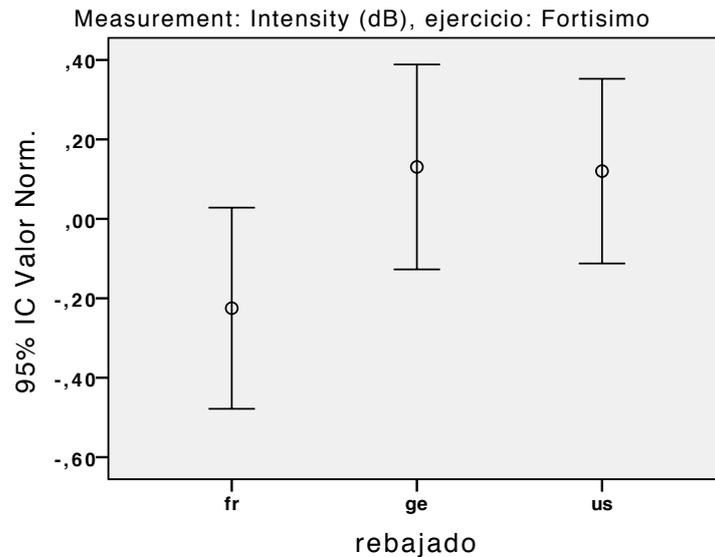


Figura 4.75. Media con intervalo de confianza de la diferencia de intensidad (en dB) por tipos de rebajado.

medida	ejercicio	rebajado	t	Sig.
Intensity (dB)	Fortissimo	fr - ge	-5,472	0,000
		fr - us	-4,568	0,000
		ge - us	0,046	0,964

Tabla 4.34. Resumen del análisis de la prueba T pareada comparando la intensidad (en dB) para los diferentes estilos de rebajado.

Al incorporar al análisis el factor oboísta, se observa en la tabla 4.35 (*cf.* A.62 para más detalle) que es el factor más influyente ( $F=109,62$ ,  $p<,001$ ,  $\eta^2=,875$ ), aunque tanto el rebajado como el oboísta tienen una significatividad importante ( $p<,001$ ) su efecto cruzado no es significativo, como se puede apreciar en la figura 4.76: el rebajado francés no consigue producir una intensidad equiparable a la de los otros rebajados (excepto en el oboísta 1), pero para los oboístas el resultado no es significativo.

Origen	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Sig.	Eta al cuadrado parcial
Modelo corregido	166,636	32	5,207	36,557	0,000	0,882
Intersección	0,972	1	0,972	6,823	0,010	0,042
rebajado	3,344	2	1,672	11,737	0,000	0,130
oboísta	156,157	10	15,616	109,625	0,000	0,875
rebajado * oboísta	2,790	20	0,140	0,979	0,490	0,111

Tabla 4.35. Análisis de varianza factorial de la intensidad (en dB) para los factores rebajado y oboísta.

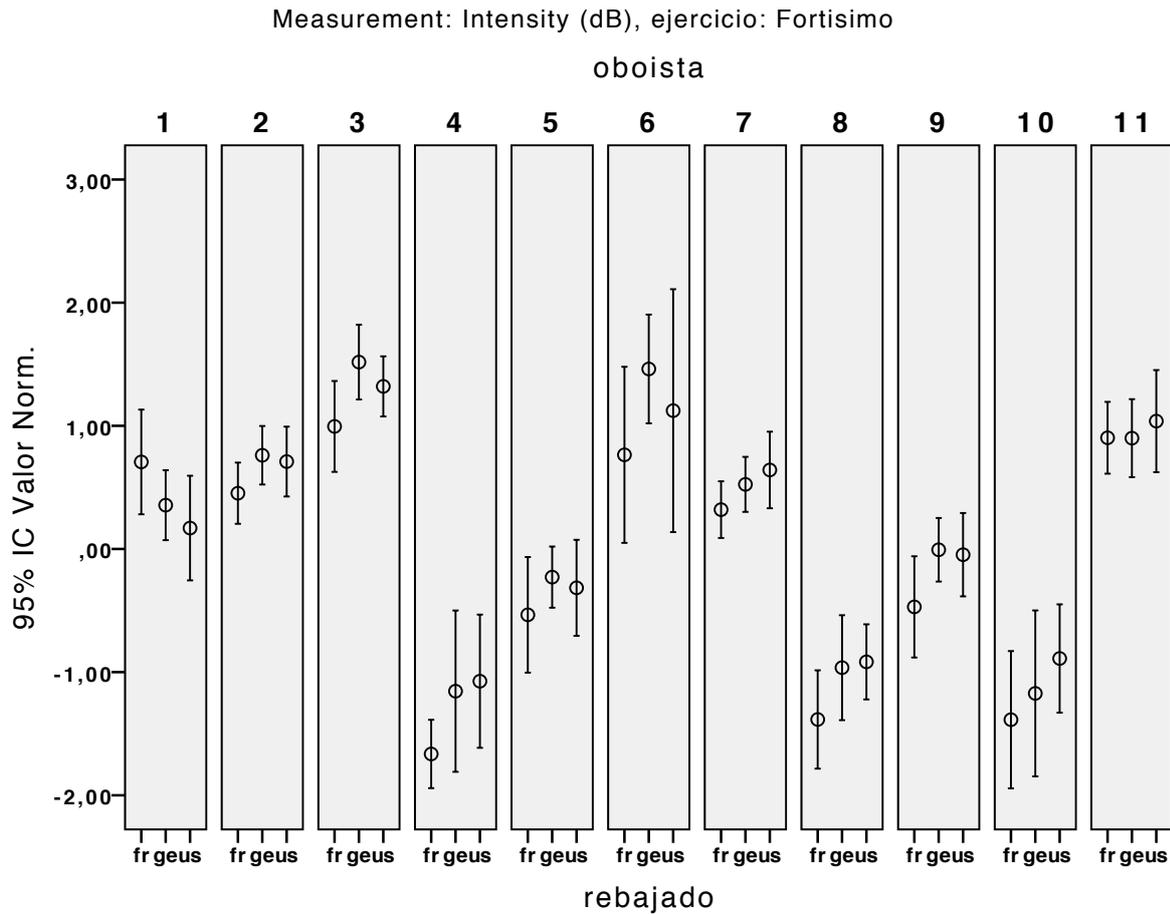


Figura 4.76. Medias con intervalo de confianza de la intensidad por estilo de rebajado y oboista.

#### 4.6.9.2. Riqueza en el timbre

Un ANOVA de varios factores muestra en la tabla 4.36 (*cf.* A.63 para más detalle) que todos los elementos de fabricación son significativos. El rebajado es el más significativo ( $F=17,73$ ,  $p<,001$ ,  $\eta^2=,171$ ), seguido del molde ( $F=7,98$ ,  $p<,001$ ,  $\eta^2=,085$ ) y el grosor ( $F=5,83$ ,  $p=,017$ ,  $\eta^2=,033$ ), aunque sus efectos cruzados no son significativos. En la figura 4.77 se observa que el estilo de rebajado americano es el que obtiene un centro de gravedad espectral más agudo, por lo que es el estilo de rebajado con una sonoridad más rica en este ejercicio, lo que se verifica a través de una prueba T pareada (tabla 4.37, *cf.* A.64 para más detalle).

Origen	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Sig.	Eta al cuadrado parcial
Modelo corregido	54,495	17	3,206	4,099	0,000	0,288
Intersección	0,110	1	0,110	0,141	0,708	0,001
rebajado	27,744	2	13,872	17,739	0,000	0,171
molde	12,490	2	6,245	7,986	0,000	0,085
grosor	4,563	1	4,563	5,835	0,017	0,033
rebajado * molde	5,382	4	1,345	1,721	0,148	0,038
rebajado * grosor	2,286	2	1,143	1,462	0,235	0,017
molde * grosor	0,742	2	0,371	0,474	0,623	0,005

Tabla 4.36. Análisis de varianza factorial del centro de gravedad del espectro para los factores rebajado, molde y grosor (elementos de fabricación de la lengüeta).

Measurement: Spectrum Center Gravity, ejercicio: Fortissimo

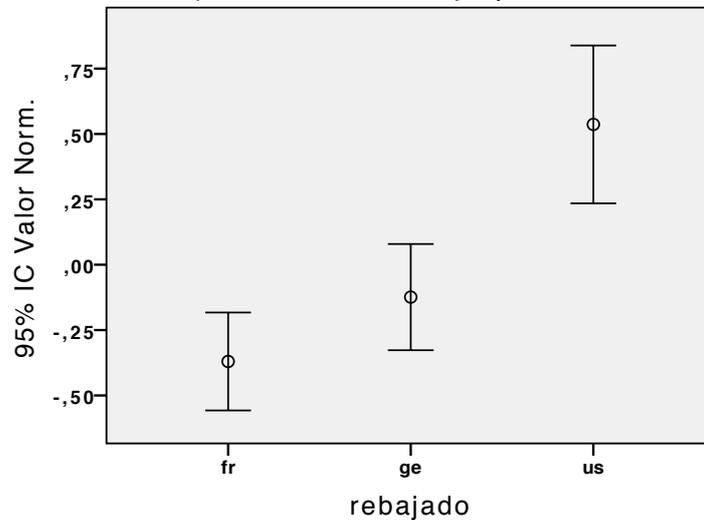


Figura 4.77. Media con intervalo de confianza del centro de gravedad del espectro por tipos de rebajado.

medida	ejercicio	rebajado	t	Sig.
Spectrum Center Gravity	Fortissimo	fr - ge	-1,999	0,051
		fr - us	-5,616	0,000
		ge - us	-4,662	0,000

Tabla 4.37. Resumen del análisis de la prueba pareada comparando el centro de gravedad del espectro para los diferentes estilos de rebajado.

Si se incorpora al análisis el factor oboísta, se observa en la tabla 4.38 (cf. A.65 para más detalle) que es el factor más influyente ( $F=7,03$ ,  $p<,001$ ,  $\eta^2=,310$ ), aunque tanto el rebajado como el oboísta tienen una significatividad importante ( $p<,001$ ) su efecto cruzado no es significativo, como se puede apreciar en la figura 4.78: en general, el rebajado americano consigue un sonido con más riqueza tímbrica, pero para los oboístas el resultado no es significativo.

Origen	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Sig.	Eta al cuadrado parcial
Modelo corregido	88,376	32	2,762	4,309	0,000	0,468
Intersección	0,0000107	1	0,0000107	0,000	0,997	0,000
rebajado	24,144	2	12,072	18,836	0,000	0,194
oboista	45,113	10	4,511	7,039	0,000	0,310
rebajado * oboista	15,424	20	0,771	1,203	0,258	0,133

Tabla 4.38. Análisis de varianza factorial del centro de gravedad del espectro para los factores rebajado y oboista.

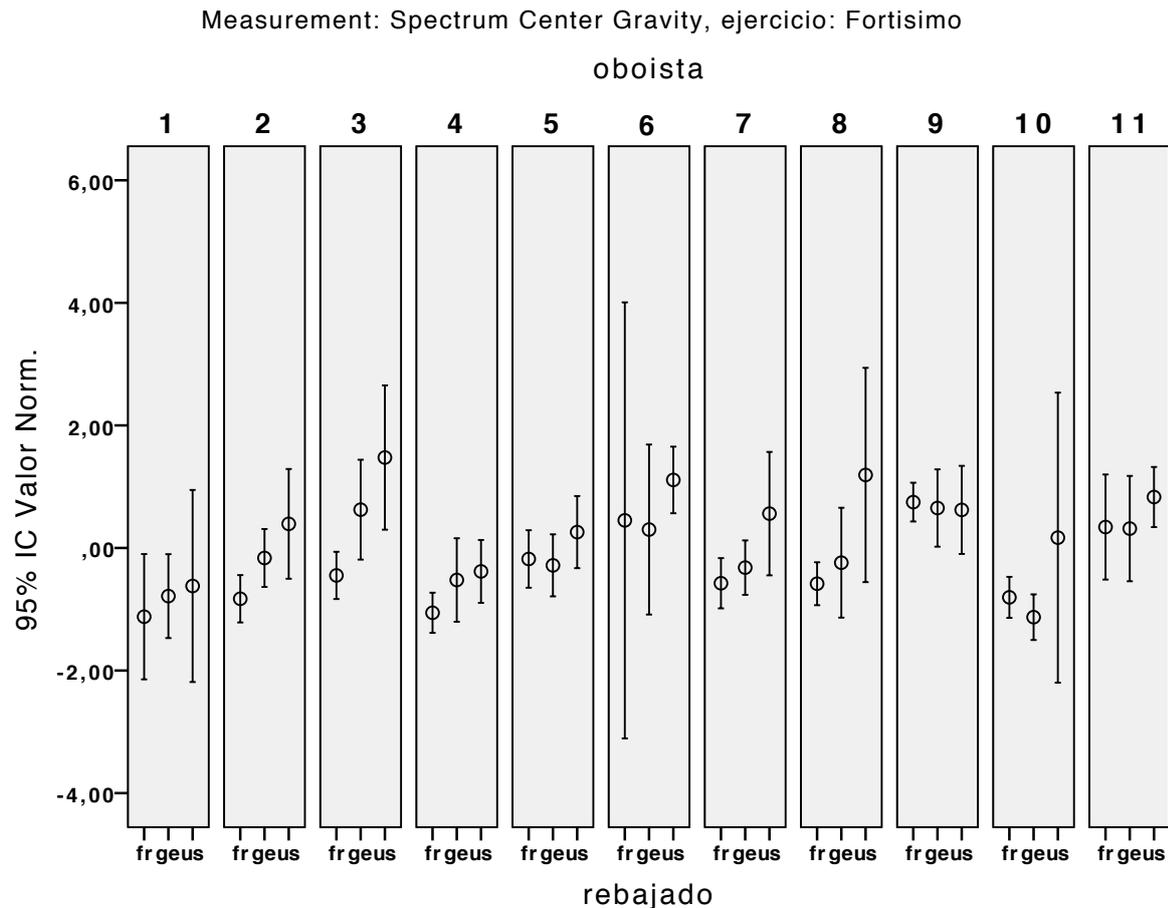


Figura 4.78. Medias con intervalo de confianza del centro de gravedad del espectro por estilo de rebajado y oboista.

En la figura 4.79 se distingue que el centro de gravedad espectral es claramente más agudo para la lengüeta americana que para el resto, lo que puede apreciarse con más detalle en la figura 4.80 (espectro alisado), en la que se observa que la lengüeta americana tiene mucha más presencia de energía en los armónicos agudos, siendo la parte más grave del espectro casi idéntica en los tres rebajados. Esto provoca a la vez un cambio de intensidad global y un cambio de timbre.

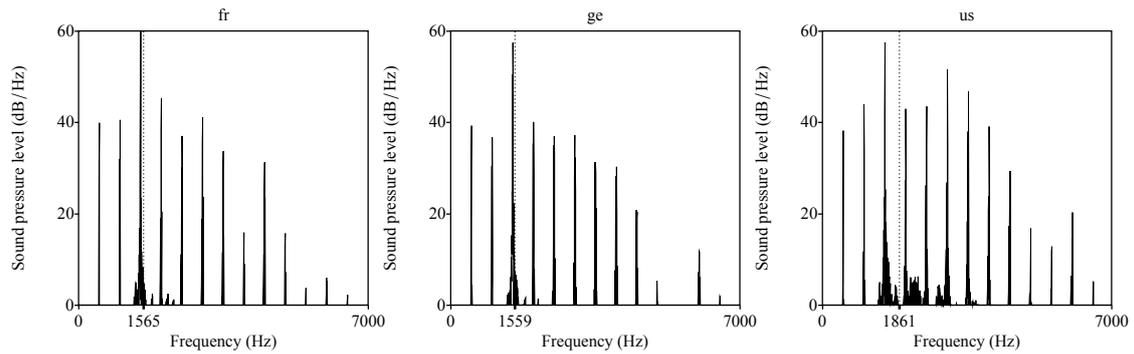


Figura 4.79. Espectros de las lengüetas francesa, alemana y americana para el *fortissimo* (molde 21 grosor 59 y oboísta 10). La línea de puntos indica la posición del centro de gravedad espectral (valor en Hz).

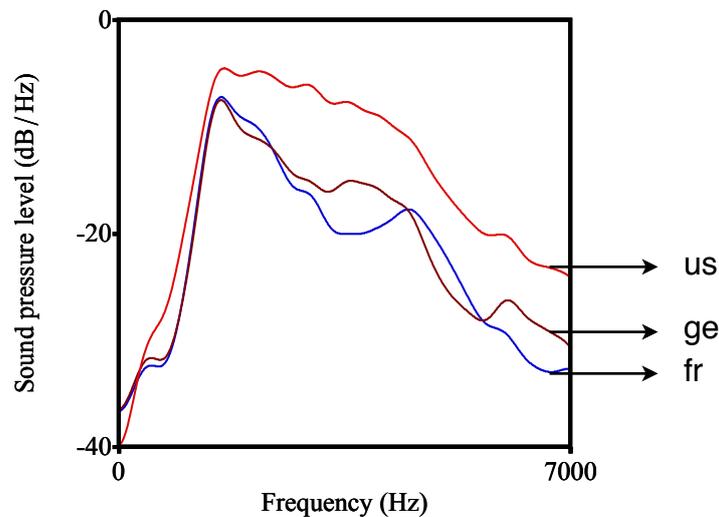


Figura 4.80. Superposición de los espectros alisados (alisado cepstral con ventana de 1000Hz) de las lengüetas francesa (azul), alemana (marrón) y americana (rojo) el *fortissimo* (molde 21 grosor 59 y oboísta 10).

#### 4.6.10. Comparación de las lengüetas en el ejercicio *fortissimo* y *pianissimo*

Si se analizan los valores de intensidad de los ejercicios *fortissimo* y *pianissimo* de las diferentes lengüetas, se puede observar en la tabla 4.39 que globalmente están los valores correlacionados: si una lengüeta consigue mayor intensidad en el *fortissimo*, también consigue mayor intensidad en el *pianissimo*, por lo que no destaca ninguna lengüeta que consiga pianos muy pianos y *fortes* muy *fortes*.

Correlaciones			
		Intensidad <i>ff</i> (dB)	Intensidad <i>pp</i> (dB)
Intensidad <i>ff</i> (dB)	Corr.	1	,715**
	Sig.		0,000
Intensidad <i>pp</i> (dB)	Corr.	,715**	1
	Sig.	0,000	
**. La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).			

Tabla 4.39. Correlación de Pearson y significatividad bilateral (N=181 para todos los casos) entre las intensidades de ejercicio *pianissimo* y *fortissimo*.

Un ANOVA de un factor indica que no existen diferencias significativas entre las intensidades conseguidas por las diferentes lengüetas (tabla 4.40 y figura 4.80b). Además, una prueba post hoc de Bonferroni (tabla 4.41) muestra que en las diferencias de intensidades, las lengüetas francesas son las que menor intensidad obtienen siendo, por el contrario, las americanas las que mayor intensidad logran.

ANOVA de un factor						
		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Diferencia Intensidad <i>ff-pp</i> (dB)	Inter-grupos	86,242	2	43,121	1,886	0,155
	Intra-grupos	4069,804	178	22,864		
	Total	4156,047	180			
Intensidad <i>ff</i> (dB)	Inter-grupos	105,263	2	52,632	2,088	0,127
	Intra-grupos	4487,838	178	25,213		
	Total	4593,102	180			
Intensidad <i>pp</i> (dB)	Inter-grupos	350,513	2	175,257	3,824	0,024
	Intra-grupos	8157,825	178	45,830		
	Total	8508,339	180			

Tabla 4.40. Análisis de varianza de un factor para las diferentes intensidades conseguidas por las lengüetas en los ejercicios *pianissimo* y *fortissimo*.

4. Estudio principal: percepción tímbrica, estudio acústico y evaluación interpretativa y auditiva

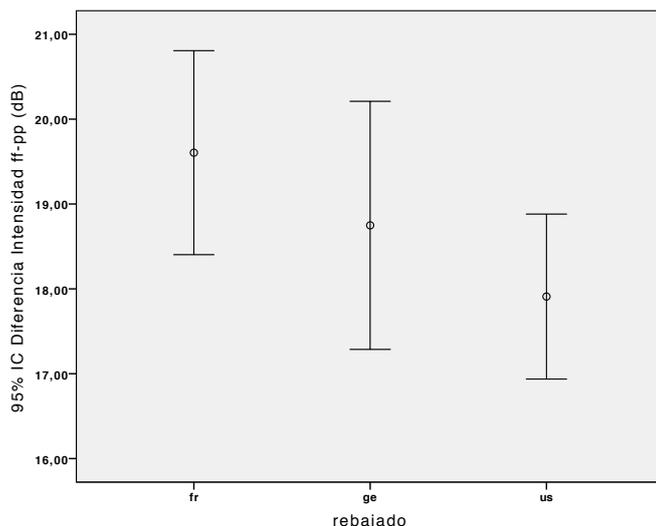


Figura 4.80b. Media con intervalo de confianza de la diferencia de intensidad *ff-pp* (dB) por tipos de rebajado.

Comparaciones múltiples							
Bonferroni							
Variable dependiente	(I) rebajado	(J) rebajado	Diferencia de medias (I-J)	Error típico	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
						Límite inferior	Límite superior
Diferencia Intensidad <i>ff-pp</i> (dB)	fr	ge	0,85635	0,86942	0,978	-1,2449	2,9576
		us	1,69548	0,87300	0,161	-0,4144	3,8054
	ge	fr	-0,85635	0,86942	0,978	-2,9576	1,2449
		us	0,83913	0,86942	1,000	-1,2621	2,9404
	us	fr	-1,69548	0,87300	0,161	-3,8054	0,4144
		ge	-0,83913	0,86942	1,000	-2,9404	1,2621
Intensidad <i>ff</i> (dB)	fr	ge	-1,676	0,913	0,204	-3,88	0,53
		us	-1,557	0,917	0,274	-3,77	0,66
	ge	fr	1,676	0,913	0,204	-0,53	3,88
		us	0,119	0,913	1,000	-2,09	2,33
	us	fr	1,557	0,917	0,274	-0,66	3,77
		ge	-0,119	0,913	1,000	-2,33	2,09
Intensidad <i>pp</i> (dB)	fr	ge	-2,532	1,231	0,123	-5,51	0,44
		us	-3,252*	1,236	0,028	-6,24	-0,27
	ge	fr	2,532	1,231	0,123	-0,44	5,51
		us	-0,721	1,231	1,000	-3,70	2,25
	us	fr	3,252*	1,236	0,028	0,27	6,24
		ge	0,721	1,231	1,000	-2,25	3,70

\*. La diferencia de medias es significativa al nivel 0,05.

Tabla 4.41. Prueba post hoc de Bonferroni para las diferentes intensidades conseguidas por las lengüetas en los ejercicios *pianissimo* y *fortissimo*.

En las figuras 4.81 y 4.82 se puede ver gráficamente los resultados explicados anteriormente: las lengüetas americanas son, en general, las que mayor intensidad consiguen tanto en el *fortissimo* como en el *pianissimo*, mientras que las francesas logran menor intensidad en ambos ejercicios.

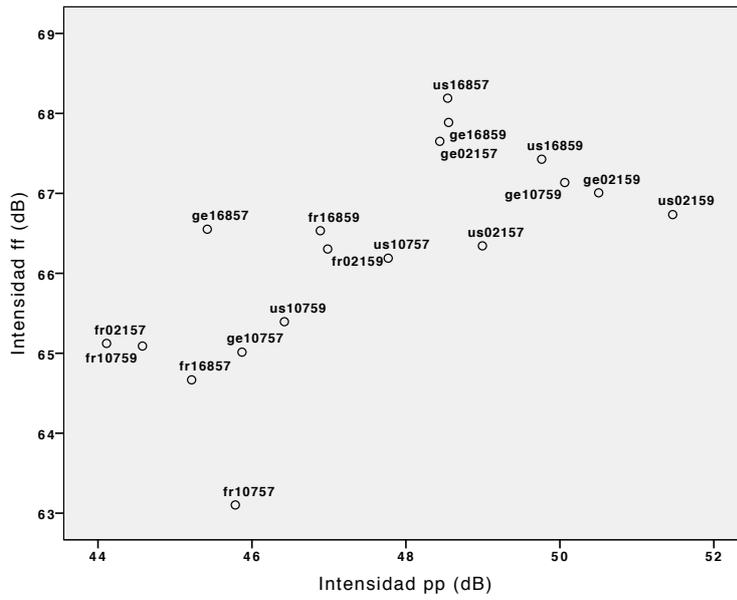


Figura 4.81. Medias de las intensidades (en dB) de las lengüetas para los ejercicios *pianissimo* y *fortissimo*.

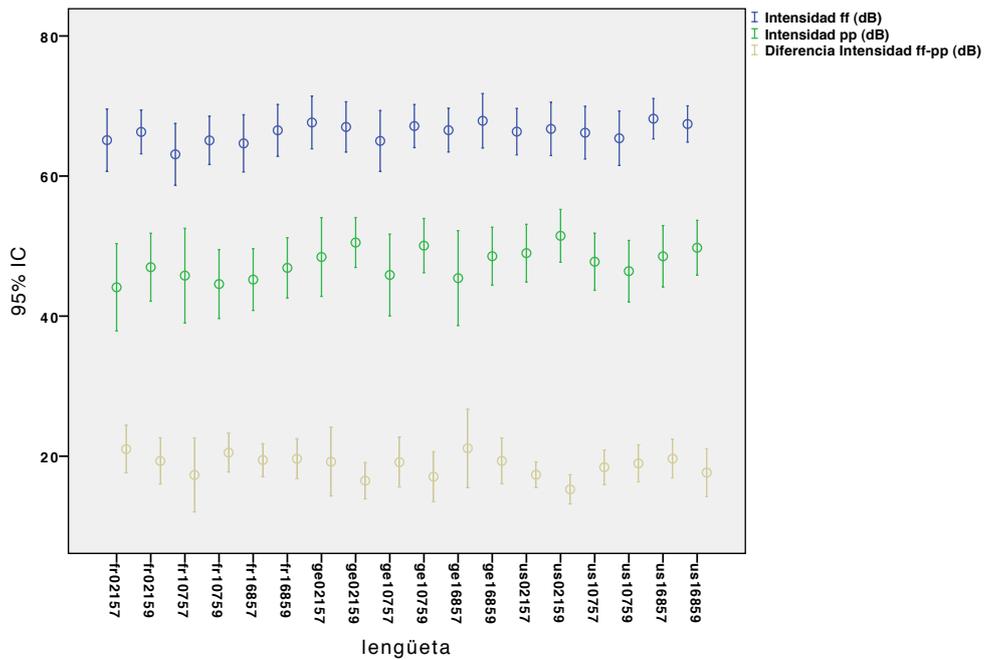


Figura 4.82. Medias de las intensidades (en dB) de las lengüetas para los ejercicios *pianissimo*, *fortissimo* y la diferencia de intensidades (en dB) entre los dos ejercicios para cada una de las lengüetas.

#### 4.6.11. Discusión

Como se ha discutido anteriormente, en el estudio preliminar, existían diferencias entre los estilos de rebajado ligadas a los parámetros del timbre, sin embargo, los demás parámetros acústicos estudiados no desencadenaban ningún patrón ligado al estilo de rebajado, sino que más bien marcaban la existencia de diferencias intrínsecas de las lengüetas entre sí.

En este estudio principal, se han aumentado el número de lengüetas, de factores ligados a la fabricación de las mismas y de intérpretes, para poder analizar más correctamente todos los parámetros acústicos medidos.

Si se analiza los resultados globales de comparación de las lengüetas, se observa que existe una diferencia clara para todos los parámetros acústicos estudiados en función del rebajado. Sin embargo, cabe destacar que el factor que mayor variabilidad explica en todos los parámetros acústicos estudiados (excepto en la frecuencia media) es el oboísta.

El rebajado influye en todos los parámetros ligados a la frecuencia, destacando el rebajado francés por ser el más inestable y el americano el más estable. En los parámetros ligados a la intensidad, el rebajado también influye de forma considerable, siendo el francés el que menos intensidad consigue y el más inestable en la desviación estándar de la amplitud. En los parámetros que estudian la armonicidad y su estabilidad, sobresale el rebajado alemán por ser el más armónico, el americano por ser el más estable y el francés por ser el menos armónico y el más inestable. Por último, en los parámetros ligados al timbre, cabe destacar a las lengüetas americanas como las que obtienen un centro de gravedad más agudo y las francesas con un centro de gravedad más grave, al perder armónicos en la parte aguda del espectro.

Los otros dos factores ligados a la fabricación de las lengüetas introducidos en este estudio son el grosor y el molde. Se percibe al analizar los datos que estos dos factores también influyen en algunos parámetros acústicos, si bien no de forma tan predominante como el rebajado.

El molde influye en todos los parámetros acústicos excepto en la frecuencia y su estabilidad y en la diferencia de energía por bandas. En la intensidad, el molde estándar 21 predomina sobre los otros dos moldes utilizados, consiguiendo una mayor potencia sonora.

La armonicidad viene influenciada por el molde 107 que es más armónico que el 21 y el 168, siendo este último el que mayor desviación armónica provoca. El molde también influye en los parámetros del timbre, aunque de forma más diversa según los ejercicios interpretados.

El grosor influye en menor modo que el rebajado y el molde, no siendo significativo en las mediciones de la desviación estándar de la frecuencia, de la armonicidad media y de la diferencia de energía por bandas. El grosor 59/100 mm aporta mayor estabilidad en la frecuencia y en la intensidad y obtiene mayor riqueza en el sonido que el grosor 57/100 mm.

Cuando se analizan las diferencias de comportamiento de las lengüetas en cada ejercicio, sí existen diferencias por estilo de rebajado. El estilo de rebajado francés parece el menos aconsejable cuando se trata de jugar con los cambios de intensidad del ejercicio *diminuendo*, ya que los estilos de rebajado no influyen en el ámbito de intensidad conseguido, pero sí en la pérdida de afinación.

En el ejercicio *pianissimo* se puede pensar que las lengüetas francesas son las idóneas, ya que son las que menos intensidad proporcionan. Sin embargo, existe un problema con este estilo de rebajado: son muy inestables en la afinación. Las alemanas, por el contrario, aunque no consiguen esa intensidad mínima de las francesas, son más estables en afinación respecto a las francesas y a las americanas, por lo que se convierten en las más idóneas por sus características globales.

En el ejercicio *fortissimo* las lengüetas americanas son las idóneas ya que, aunque las lengüetas alemanas consiguen mayor intensidad, la diferencia respecto a las americanas no es significativa, por lo que éstas también consiguen una intensidad muy alta y además son las que tienen mayor presencia de energía en los armónicos agudos.

#### **4.6.12. Conclusiones**

Se puede responder afirmativamente a la cuestión principal de este experimento: el estilo de rebajado sí genera diferencias significativas en las mediciones acústicas. Mientras que en el experimento preliminar estas diferencias se dan en muchos casos por la variabilidad intrínseca de las lengüetas, que superan generalmente las diferencias entre estilos de rebajado, en el experimento principal, todos los estilos de rebajado se realizaron

a partir de la misma sección de tubo de caña. Además, los estilos de rebajado francés y alemán se realizaron a máquina, es decir, manteniéndose todas sus mediciones constantes hasta la finalización de las lengüetas. Del mismo modo, los otros dos factores introducidos en esta investigación para averiguar si también influían en las mediciones acústicas, el grosor y el molde, también se prepararon con máquinas. Tan solo el estilo de rebajado americano se realizó a mano, por la inexistencia de este tipo de máquinas. Se puede afirmar que las características intrínsecas de cada lengüeta se mantienen constantes en la manera de lo posible, por lo que la influencia del rebajado, del molde o del grosor no está contaminada en el estudio principal.

En el estudio principal, la hipótesis de la influencia del rebajado y del grosor en la frecuencia se verifica, apareciendo las lengüetas francesas como las más inestables en la afinación, debido a sus puntas tan marcadas y finas, que le otorgan una flexibilidad excesiva y por lo tanto una complejidad a la hora de controlar su afinación. Por otra parte, se creía que las lengüetas americanas iban a ser mucho más inestables que las francesas, pero su rebajado también excesivamente fino en la punta se ve contrarrestado en el centro, caracterizándose por tener una gran capa de madera que compensa ese desequilibrio. El grosor también influye en la frecuencia, de forma que las palas más delgadas son más inestables que las gruesas, por lo que las lengüetas fabricadas con el grosor 59/100 mm aportan mayor estabilidad. Sin embargo, al contrario de lo que se pensaba, los moldes 21 y 107 (el molde 168 se descartó para este análisis debido a su incongruencia en las medidas generales), no influyen de forma significativa, seguramente porque las características que ofrecen los dos moldes son más bien parecidas que contradictorias.

La hipótesis de la influencia del rebajado, el grosor y el molde en los aspectos de la intensidad y su desviación también se verifica. Las lengüetas francesas son las que menos intensidad consiguen debido a que su superficie vibratoria es muy delgada, provocando que se saturen más fácilmente y no admitan una mayor cantidad de presión de aire por parte de los oboístas; el mismo proceso ocurre con el grosor: el grosor 57/100 mm es más fino, por lo que admite menos volumen de aire que el 59/100 mm. En esta ocasión destaca el molde 21 sobre los otros tres, al ser el molde con las medidas más estándares proporciona una mejor captación de la potencia sonora que el 107 y que el 168.

Los parámetros ligados a la armonicidad también cumplen con la hipótesis de la influencia del rebajado en ellos. Como ocurría con la frecuencia y la intensidad, el estilo de rebajado francés es el menos armónico e inestable proporcionado por sus características tan flexibles, frente al rebajado alemán que es el más armónico y el más rígido de todos los rebajados. Aunque en estos parámetros el grosor no influye de forma significativa, sí lo hacen los moldes, destacando el 168 como el que más ruido e inestabilidad provoca, debido a la descompensación en sus medidas físicas.

Por último, la última hipótesis de la influencia del rebajado, el grosor y el molde en el timbre también se verifica, tal y como ocurría en el estudio preliminar. En esta ocasión, no son las lengüetas alemanas las que destacan con mayor componente armónico, sino que son las americanas siendo estas diferencias muy significativas respecto a las alemanas y las francesas respectivamente. Esto se debe a que las lengüetas americanas son más estables, en cuanto a flexibilidad y rigidez, que las francesas y las alemanas. Se encuentran entre la flexibilidad exagerada de las francesas y la rigidez extrema de las alemanas, por lo que aportan un timbre más brillante, con mayor energía en los armónicos agudos que las francesas y las alemanas. Además, el molde y el grosor también influyen de forma significativa en el timbre: mientras que la influencia del molde es un poco más aleatoria y depende de los ejercicios interpretados, el grosor 59/100 mm dota a las lengüetas de más madera y evita así una flexibilidad excesiva, aportando mayor energía en los armónicos.

## **4.7. Experimento de evaluación interpretativa (propiocepción del instrumentista)**

### **4.7.1. Introducción**

Con la realización de este experimento se analiza si las evaluaciones de la calidad del sonido de las lengüetas son realmente unas evaluaciones puramente auditivas o, si por el contrario, existe una parte importante que se debe a la propiocepción y al control de la lengüeta en el momento de ejecutar los ejercicios por parte de los oboístas. Para ello, se han diseñado dos experimentos: el primero se encarga de recoger las puntuaciones de los oboístas intérpretes el día de la grabación, dependiendo estas puntuaciones de las sensaciones obtenidas en ese momento (evaluación interpretativa); y el segundo, recoge las

puntuaciones de los propios oboístas intérpretes al escuchar sus grabaciones y las de otros oboístas sin saberlo (evaluación auditiva).

#### **4.7.2. Hipótesis**

Como se ha explicado en los antecedentes, si la percepción y la propiocepción están íntimamente ligadas al conocimiento musical, es necesario estudiar la vinculación entre estos dos parámetros para poder ver la relación existente entre ellos. Además, si la propiocepción regula el movimiento e interviene en la percepción y en la autoconciencia, gracias a ella se podría explicar la experiencia musical. Con este experimento, se va a estudiar cómo a partir de la experiencia musical, los oboístas son capaces de metaforizar las sensaciones que les provocan las diferentes lengüetas y si estas sensaciones son compartidas por diferentes oboístas. Si tal como explicaba Reed (2007), la conexión entre lo imaginado y lo producido no funciona, los oboístas darán a las lengüetas una mala puntuación, mientras que si por el contrario esta conexión sí se efectúa, las lengüetas serán puntuadas positivamente.

Este experimento trata de recoger la apreciación del oboísta al ejecutar un ejercicio con una lengüeta dada, influyendo tanto la propiocepción muscular como la audición del sonido, así pues, se emite la hipótesis que los oboístas son capaces de puntuar las sensaciones provocadas por las diferentes lengüetas y que además, estas sensaciones son compartidas de forma coherente entre ellos.

#### **4.7.3. Método**

Diez oboístas participaron en las diferentes sesiones de grabación de los cinco ejercicios seleccionados para este experimento. Todos los oboístas que participaron en la grabación puntuaron en una escala del 1 al 7 cada lengüeta con la que interpretaban, de forma que el oboísta evaluaba la lengüeta al acabar cada ejercicio, dando una puntuación a la facilidad de ejecución y a calidad del ejercicio. Además, se puntuaba la lengüeta de forma global según su timbre, flexibilidad, rigidez, equilibrio y calidad global, también se puntuaba el imaginarse interpretando piezas de diferentes estilos con esa lengüeta dada .

Los parámetros individuales a puntuar eran: facilidad y calidad del arpeggio, del *legato*, del *fortissimo* y del *pianissimo*.

Los parámetros globales a puntuar eran: puntuación global; timbre; flexibilidad y equilibrio.

Los parámetros que puntuaban los diferentes estilos eran: concierto de Vivaldi en do mayor; concierto de Mozart en do mayor; concierto de Strauss y sonata de Dutilleux.

Los datos se recogían en una hoja de cálculo excel por una persona ajena al experimento (figura 4.83), obteniendo 361 puntuaciones por oboísta y un total de 3610 puntuaciones con todos los oboístas. La duración media de la grabación para cada oboísta fue de una hora y media, aproximadamente. Los oboístas no consideraron la tarea de puntuar como una tarea muy difícil.

	estilo	molde	grosor	arpeggioF	arpeggioQ	legatoF	legatoQ	dimF	dimQ	ffF	ffQ	ppF	ppQ	global	timbre	flexible	rigidez	equilibrio	Vivaldi	Mozart	Strauss	Dutilleux
1	am	168	57	4	2	6	3	7	6	5	5	7	7	4	2	6	4	5	3	2	3	4
2	fr	21	59	6	5	5	4	6	4	6	6	6	5	5	6	5	4	4	4	3	3	4
3	ge	168	57	4	3	3	3	6	4	6	6	4	3	4	3	5	2	2	2	1	2	2
4	am	21	59	4	3	2	3	2	2	5	3	3	3	3	4	4	3	3	3	2	1	2
5	fr	107	57	5	3	5	2	5	4	4	2	2	2	4	3	6	1	3	5	4	5	4
6	ge	21	59	3	3	2	4	3	3	6	5	4	4	4	5	3	4	3	4	4	3	3
7	am	107	57	4	2	4	3	4	3	6	6	7	6	4	3	4	4	4	5	5	4	4
8	fr	168	59	3	1	3	1	4	2	3	1	6	3	2	1	6	1	2	1	1	1	1
9	ge	107	57	4	3	4	3	6	5	6	4	4	3	4	3	4	4	4	3	2	2	4
10	am	168	59	4	4	4	4	4	2	6	3	5	4	4	4	3	3	4	4	4	3	4
11	fr	21	57	5	4	6	4	4	3	6	5	4	3	4	3	5	3	4	4	3	4	4
12	ge	107	59	4	5	4	6	4	4	6	5	3	2	5	5	4	4	5	4	5	4	4
13	am	21	57	5	5	4	4	4	3	4	4	4	3	4	4	4	4	4	5	4	4	4
14	fr	107	59	6	4	6	4	6	5	5	4	5	3	5	3	5	4	5	5	5	5	5
15	ge	21	57	3	5	3	5	4	5	4	5	4	5	5	6	3	5	4	4	4	3	4
16	am	105	59	6	2	5	3	5	2	4	3	4	3	3	2	4	3	2	3	2	2	3
17	fr	168	57	5	1	5	1	4	2	3	1	5	1	2	1	6	1	2	1	1	1	1
18	ge	168	59	3	4	3	3	4	3	6	3	6	4	3	3	4	4	3	2	1	1	2

Figura 4.83. Captura de pantalla de la recogida de datos de la puntuación de los oboístas durante la grabación.

#### 4.7.4. Resultados

##### 4.7.4.1. Concordancia de las respuestas

En el experimento de evaluación interpretativa, la primera constatación es que los oboístas se ponen globalmente de acuerdo en el comportamiento propioceptivo de las lengüetas. Se aprecia en la tabla 4.42 que los valores del Alfa de Cronbach son más altos para la evaluación global de la facilidad ( $\alpha=,813$ ), pero siguen siendo altos para la evaluación global de la calidad de cada ejercicio ( $\alpha=,760$ ) y de los parámetros globales de la lengüeta ( $\alpha=,778$ ). No es de extrañar que la adecuación a los estilos de cada compositor/ período sea más baja, ya que tiene un componente subjetivo e incluso se puede pensar que un mismo oboísta pueda cambiar de decisión respecto a la adecuación de una lengüeta para interpretar a Vivaldi o a Dutilleux.

De los parámetros globales (cf. tabla 4.42), el que mayor coincidencia de valoraciones obtiene es la flexibilidad, pero parámetros más sujetos a valoraciones subjetivas como el timbre (que propiamente hablando no es propioceptivo) también consiguen una concordancia de las respuestas. En general, los oboístas se ponen de acuerdo en valorar el comportamiento de una lengüeta: flexibilidad, rigidez y equilibrio (tabla 4.42), con lo que se puede establecer que son parámetros mensurables que significan lo mismo para diferentes oboístas.

Destaca la altísima concordancia en la facilidad para realizar los arpegios y las frases en *legato*, ambos ejercicios miden el comportamiento global del oboe al pasar por todos los registros. Al contrario, destaca la discrepancia de la realización del *fortissimo*, y en menor medida del *pianissimo* (cf. tabla 4.42).

La evaluación de la calidad del ejercicio tiene globalmente menos concordancia que la facilidad, aunque en la ejecución del *fortissimo* y *pianissimo*, los oboístas se ponen más de acuerdo en la calidad que en la facilidad, lo que puede ser contra intuitivo.

tipo pregunta	Alfa	pregunta	Alfa
calidad	,760	arpegio	,771
		legato	,759
		dim	,597
		ff	<b>,689</b>
		pp	<b>,770</b>
facilidad	,813	arpegio	<b>,814</b>
		legato	<b>,886</b>
		dim	,762
		ff	,479
		pp	,649
globales	,778	equilibrio	,771
		flexible	<b>,842</b>
		rigidez	,762
		timbre	,788
		global	,712
estilos	,615	Dutilleux	,668
		Mozart	,483
		Strauss	,591
		Vivaldi	,613

Tabla 4.42. Tabla estadísticos de fiabilidad (Alfa de Cronbach) para las diferentes preguntas que respondían los oboístas (N=10) al ejecutar los ejercicios durante la grabación.

#### 4.7.4.2. Influencia del rebajado

##### 4.7.4.2.1. Respuestas de todos los oboístas agrupados

Al igual que ocurría con los análisis acústicos, al realizar un primer análisis, se observa que el molde tiene poca influencia en los valores globales y que, además, el molde 168 perturba el comportamiento esperado de las lengüetas en función de su tipo de rebajado (figura 4.84). Como se explicó en el punto 4.6.1, esto se debe a que el molde 168 tiene unas dimensiones fuera de lo común, es un molde demasiado ancho, más habitual para la realización de lengüetas en los oboes barrocos u oboes de amor que en los modernos. Así pues, se comparan los resultados utilizando sólo los moldes habituales 21 y 107.

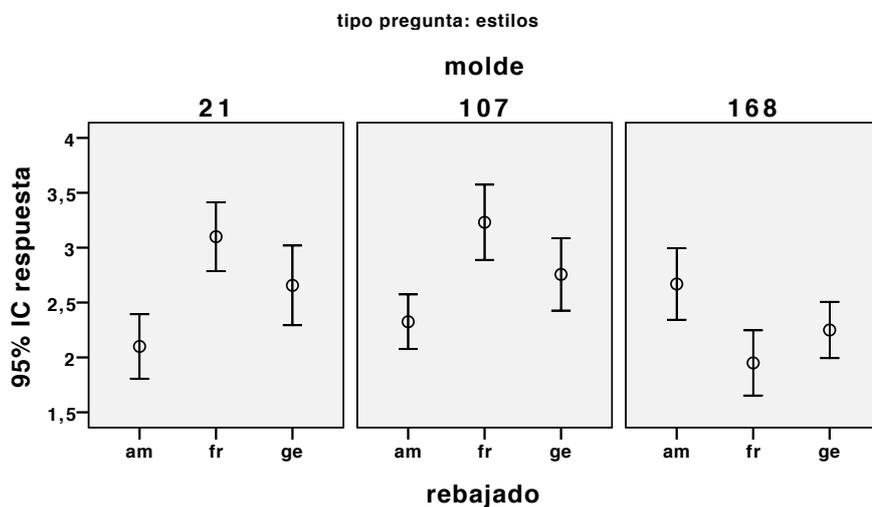


Figura 4.84. Medias de la valoración de las lengüetas para los diferentes estilos en función del tipo de rebajado y tipo de molde.

Se efectúa un ANOVA con medidas repetidas en función del rebajado para las diferentes respuestas de los oboístas. Se debe tener en cuenta que siempre se aplica el resultado de Greenhouse-Geisser y que cuando este resultado no es significativo, pero sí lo es la prueba de Mauchly, se aplica el resultado de la esfericidad asumida (como por ejemplo en la tabla 4.43: pregunta Strauss).

La tabla 4.43 (*cf.* A.66 para más detalle), muestra que el estilo de rebajado tiene una influencia significativa en casi todas las respuestas. La facilidad del *pianissimo* y la facilidad del *fortissimo* son las únicas dos preguntas no significativas.

tipo de pregunta	pregunta	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Sig.	Eta al cuadrado parcial
calidad	arpeggio	21,679	1,993	10,879	5,872	0,004	0,131
	dim	20,429	1,765	11,573	6,995	0,003	0,152
	ff	24,454	1,814	13,481	7,751	0,001	0,166
	legato	21,237	1,841	11,533	6,466	0,003	0,142
	pp	12,413	1,928	6,439	3,186	0,049	0,076
facilidad	arpeggio	82,279	1,930	42,637	22,147	0,000	0,362
	dim	59,267	1,762	33,630	16,904	0,000	0,302
	ff	5,104	1,680	3,038	1,733	<b>0,189</b>	0,043
	legato	120,087	1,886	63,667	45,362	0,000	0,538
	pp	6,467	1,584	4,082	1,173	<b>0,307</b>	0,029
estilos	Dutilleux	17,029	1,941	8,772	5,702	0,005	0,128
	Mozart	16,800	1,836	9,149	4,549	0,016	0,104
	Strauss	13,079	2	6,540	3,268	0,043	0,077
	Vivaldi	31,354	1,860	16,855	8,367	0,001	0,177
globales	equilibrio	19,888	1,932	10,295	6,908	0,002	0,150
	flexible	95,017	1,936	49,088	32,042	0,000	0,451
	global	18,654	1,889	9,875	6,983	0,002	0,152
	rigidez	43,879	1,956	22,437	8,638	0,000	0,181
	timbre	37,850	1,857	20,385	11,594	0,000	0,229

Tabla 4.43. Efectos intra-sujetos del ANOVA con medidas repetidas utilizando los datos de Greenhouse-Geisser (excepto en Strauss que se utilizan los datos de esfericidad asumida), para las diferentes preguntas que respondían los oboístas en función del rebajado.

Una prueba post hoc de Bonferroni (*cf.* A.67, para más detalle) muestra que para la valoración de la calidad del sonido, el rebajado americano es el que más diferencias marca respecto al alemán y al francés (figura 4.85) con excepción del *pianissimo*, que no genera diferencias, y del *fortissimo*, donde las lengüetas que marcan la diferencia son las alemanas.

Para la pregunta facilidad, los intérpretes también se ponen significativamente de acuerdo en que las lengüetas francesas son las que con más facilidad se realizan los ejercicios (figura 4.86), a excepción del *fortissimo* y del *pianissimo*, que no generan diferencias significativas.

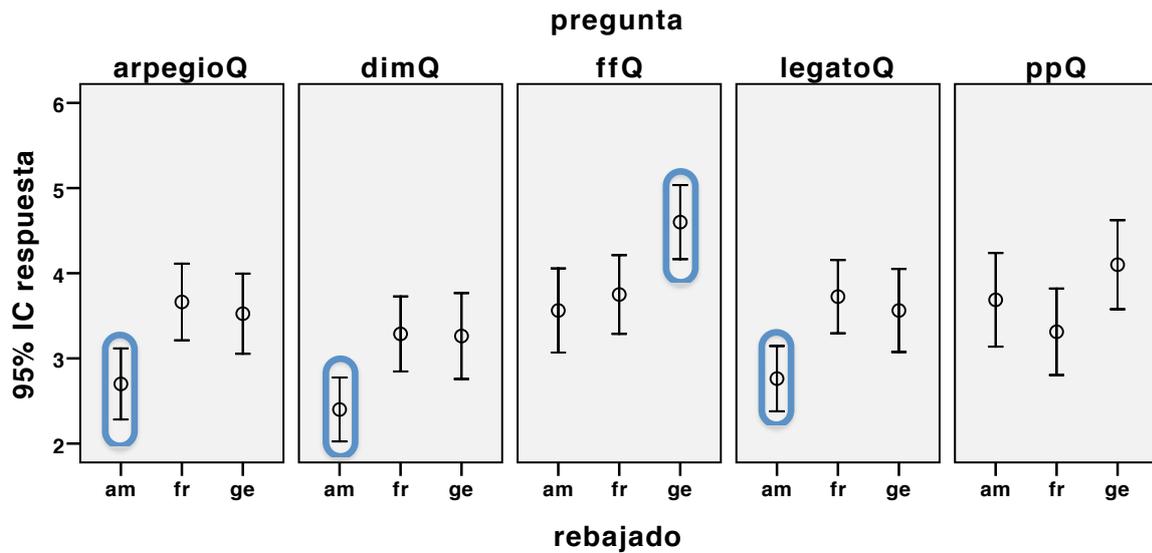


Figura 4.85. Medias de la valoración de las lengüetas para la calidad de los cinco ejercicios en función del tipo de rebajado. Se marca con un círculo azul los valores que se diferencian significativamente en una prueba post hoc de Bonferroni.

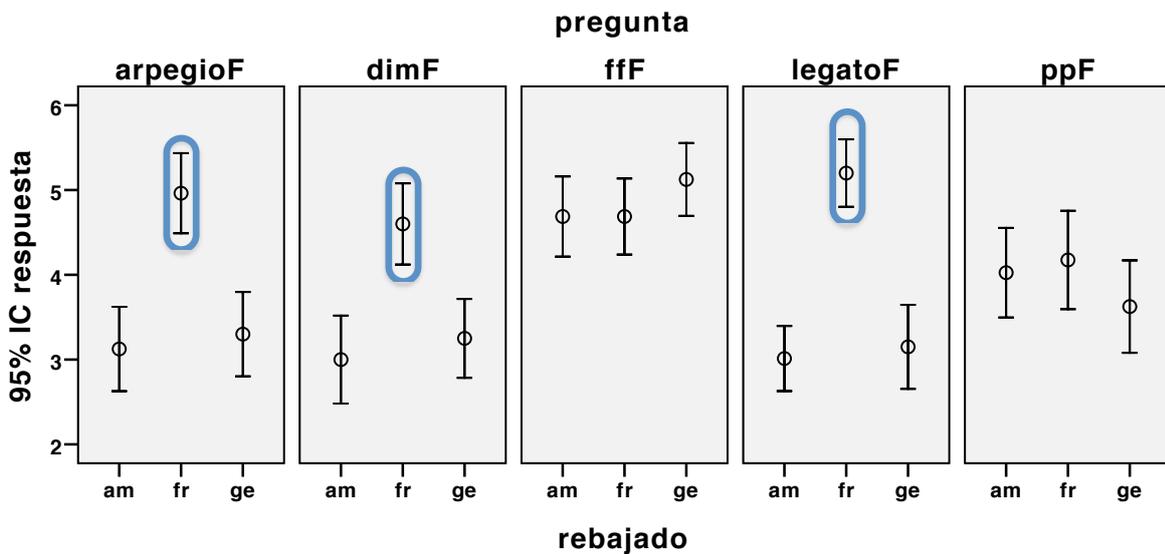


Figura 4.86. Medias de la valoración de las lengüetas para la facilidad de los cinco ejercicios en función del tipo de rebajado. Se marca con un círculo azul los valores que se diferencian significativamente en una prueba post hoc de Bonferroni.

Dentro de las puntuaciones de las lengüetas de forma global, se aprecia en la figura 4.87 que para la pregunta equilibrio las lengüetas menos valoradas son las americanas respecto a las francesas ( $p=,016$ ) y a las alemanas ( $p=,001$ ). Las lengüetas francesas son significativamente ( $p<,001$ ) más flexibles que las lengüetas de las otras dos escuelas. Las lengüetas alemanas son significativamente más rígidas que las francesas ( $p<,001$ ), pero no lo son más que las americanas ( $p=,903$ ). En cuanto al timbre, las lengüetas peor valoradas son las americanas respecto a las francesas y, de forma muy significativa, respecto a las

alemanas ( $p<,001$ ). De forma global, las lengüetas mejor valoradas son las francesas respecto a las alemanas y a las americanas ( $p<,001$ ).

Respecto a la adecuación de la lengüeta para interpretar diferentes estilos musicales, la lengüeta peor valorada es la americana y de forma muy significativa para su utilización en el concierto en do mayor de Vivaldi ( $p<,001$ ), en el concierto en do mayor de Mozart ( $p=,018$ ), y en la sonata de Dutilleux ( $p=,017$ ), respecto a la francesa.

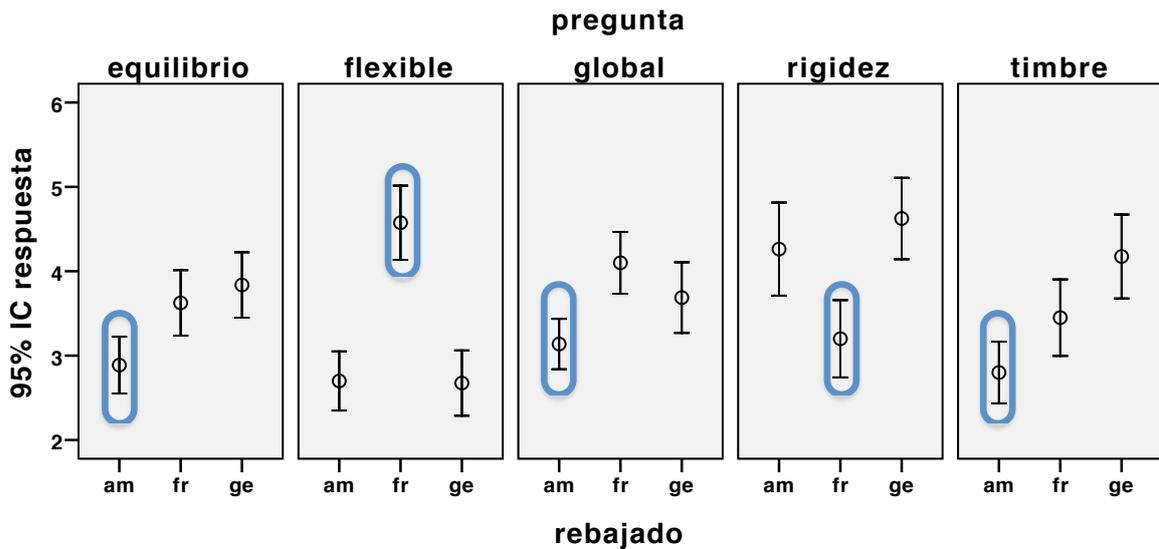


Figura 4.87. Media de las respuestas generales de los oboístas en función del rebajado para el equilibrio, flexibilidad, valoración global, rigidez y timbre. Se marca con un círculo azul los valores que se diferencian significativamente en una prueba post hoc de Bonferroni.

Al realizar un escalamiento multidimensional (ALSCAL) sobre todas las respuestas dadas por todos los oboístas, utilizando un modelo de dos dimensiones, se intenta entender si los oboístas utilizan criterios similares en sus puntuaciones. La variabilidad explicada por estas dimensiones para todas las respuestas es: RSQ= 85% (respuestas agrupadas), RSQ= 83% (respuestas sobre la calidad), RSQ= 87% (respuestas sobre la facilidad), RSQ= 88% (respuestas sobre la globalidad), RSQ= 76% (respuestas sobre los estilos). Las figuras 4.88, 4.89, 4.90, 4.91 y 4.92 muestran la obtención de una asociación clara por estilos de rebajado para la dimensión 1.

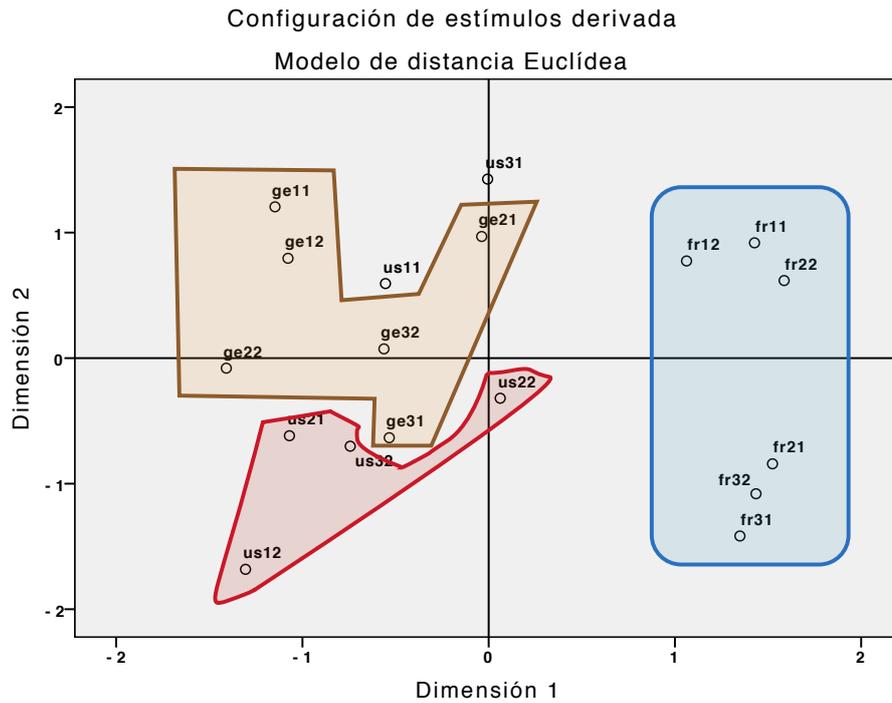


Figura 4.88. Escalamiento multidimensional de todas las respuestas dadas por todos los oboístas. Las dos primeras letras codifican el tipo de rebajado, el primer número indica el tipo de molde (1=21; 2=107;3=168) y el segundo número el tipo de grosor (1=57 mm; 2= 59 mm).

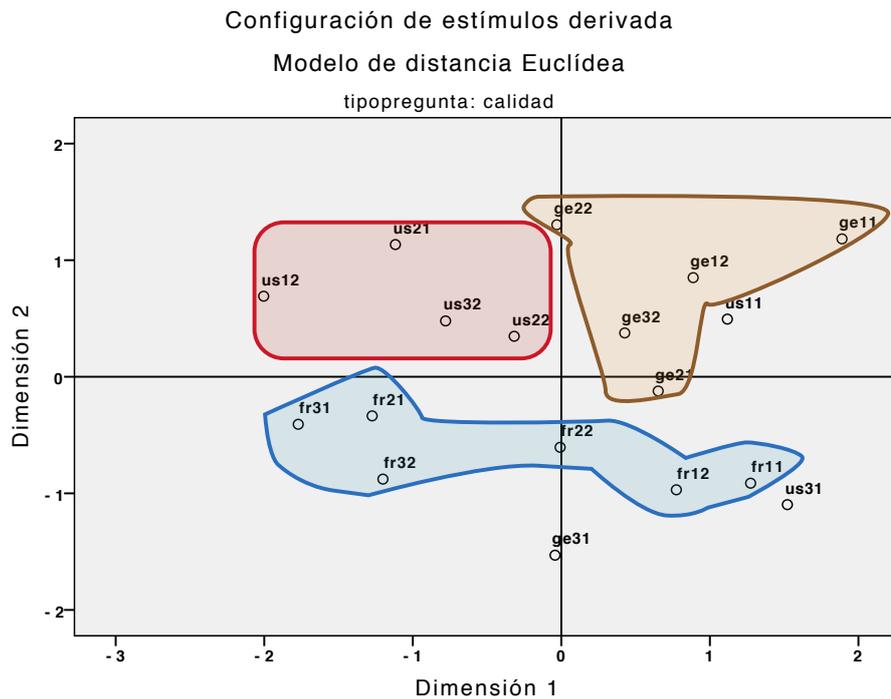


Figura 4.89. Escalamiento multidimensional de las respuestas sobre la calidad dadas por todos los oboístas. Las dos primeras letras codifican el tipo de rebajado, el primer número indica el tipo de molde (1=21; 2=107;3=168) y el segundo número el tipo de grosor (1=57 mm; 2= 59 mm).

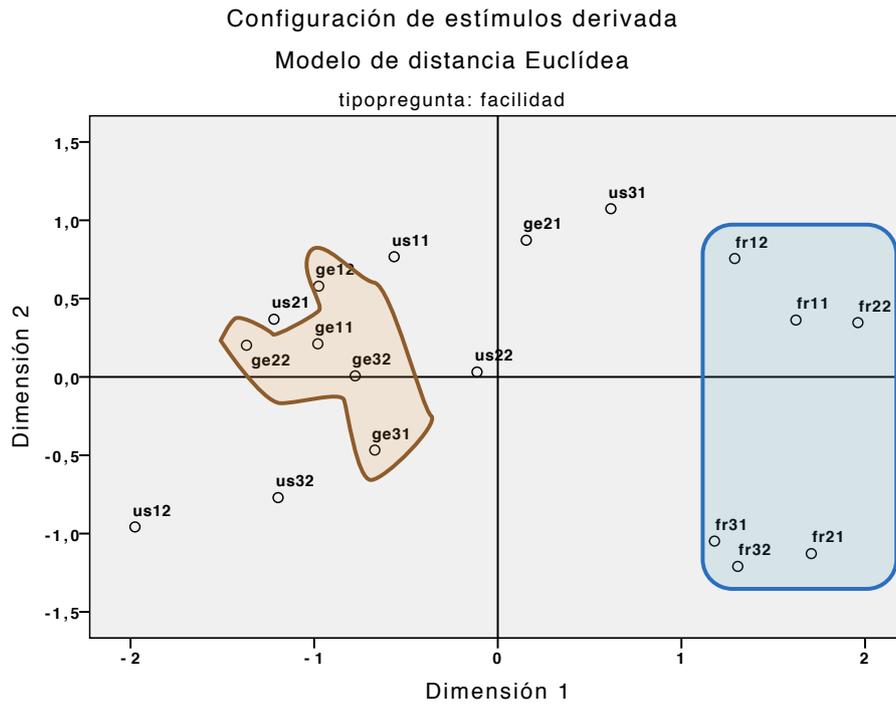


Figura 4.90. Escalamiento multidimensional de las respuestas sobre la facilidad dadas por todos los oboístas. Las dos primeras letras codifican el tipo de rebajado, el primer número indica el tipo de molde (1=21; 2=107;3=168) y el segundo número el tipo de grosor (1=57 mm; 2= 59 mm).

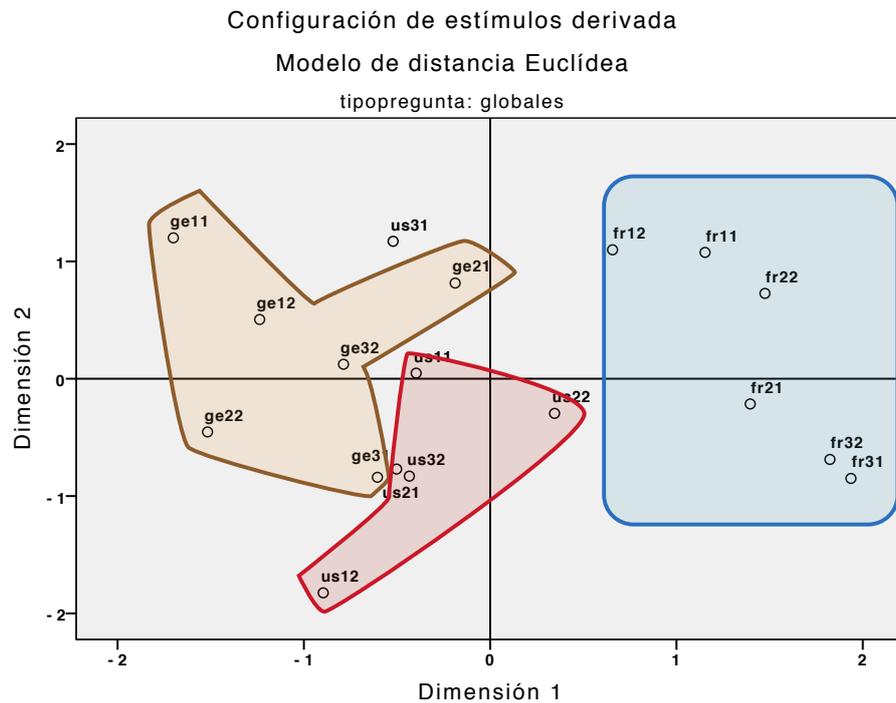


Figura 4.91. Escalamiento multidimensional de las respuestas sobre las puntuaciones globales dadas por todos los oboístas. Las dos primeras letras codifican el tipo de rebajado, el primer número indica el tipo de molde (1=21; 2=107;3=168) y el segundo número el tipo de grosor (1=57 mm; 2= 59 mm).

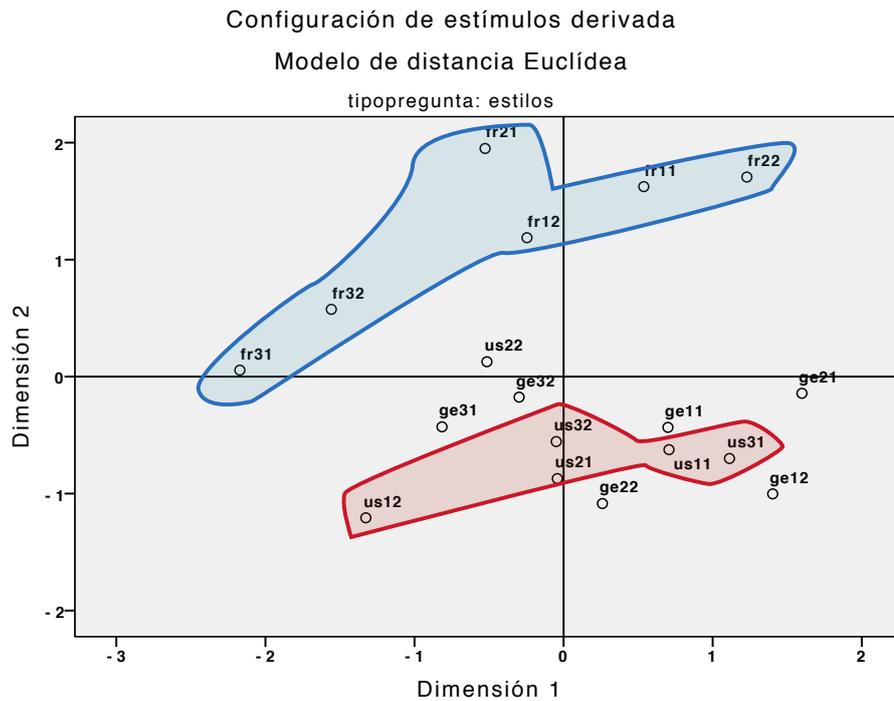


Figura 4.92. Escalamiento multidimensional de las respuestas sobre los estilos dadas por todos los oboístas. Las dos primeras letras codifican el tipo de rebajado, el primer número indica el tipo de molde (1=21; 2=107;3=168) y el segundo número el tipo de grosor (1=57 mm; 2= 59 mm).

#### 4.7.4.2.2. Respuestas separadas por oboístas

Al realizar un ANOVA con medidas repetidas de las respuestas dadas por los oboístas comparando a todos los oboístas entre sí (*cf.* A.68 para más detalle), se puede observar que no existe un patrón de respuestas por escuelas de interpretación, sino que más bien cada oboísta contesta lo que quiere. Sin embargo, se destaca a algunos oboístas en ciertas preguntas, por ejemplo, cuando los oboístas responden sobre la calidad de los ejercicios, por norma general para ningún oboísta es significativo el rebajado, sobre todo en el ejercicio arpeggio, aunque existen varias excepciones: el oboísta 6 distingue por rebajados en la calidad de los ejercicios *legato* ( $F=10,78$ ,  $p=,032$ ,  $\eta^2=,782$ ) y *diminuendo* ( $F=16,05$ ,  $p=,016$ ,  $\eta^2=,843$ ); el oboísta 5 en la calidad del *fortissimo* ( $F=15,46$ ,  $p=,010$ ,  $\eta^2=,838$ ) y el oboísta 10 en la calidad del *pianissimo* ( $F=14,33$ ,  $p=,032$ ,  $\eta^2=,827$ ), siendo esta pregunta la única en la que el oboísta 10 distingue entre rebajados.

Las preguntas referentes a la facilidad obtienen mayor diferenciación de rebajados, sobre todo los ejercicios más complejos que analizan casi todo el ámbito del oboe, como son el arpeggio y el *legato*. Sin embargo, en la facilidad del *pianissimo* sólo distingue por rebajados el oboísta 5 ( $F=9,2$ ,  $p=,049$ ,  $\eta^2=,754$ ), mientras que en la facilidad del

*diminuendo* son los oboístas 5 ( $F=18,05$ ,  $p=,020$ ,  $\eta^2=,858$ ) y 6 ( $F=11,91$ ,  $p=,019$ ,  $\eta^2=,799$ ) los que consiguen diferenciar entre rebajados.

En cuanto a las preguntas globales, el oboísta que más distingue en todas las respuestas, a excepción del timbre, es el oboísta 6: distingue por rebajados para el equilibrio ( $F=9,6$ ,  $p=,039$ ,  $\eta^2=,762$ ), flexibilidad ( $F=13,72$ ,  $p=,016$ ,  $\eta^2=,821$ ), globalidad ( $F=9,6$ ,  $p=,017$ ,  $\eta^2=,762$ ) y rigidez ( $F=7,18$ ,  $p=,047$ ,  $\eta^2=,705$ ), siendo el único que distingue los rebajados en la globalidad. El oboísta 4 es el único capaz de distinguir entre rebajado en referencia al timbre ( $F=19,45$ ,  $p=,004$ ,  $\eta^2=,866$ ). Cabe destacar que son los propios oboístas, en general, los que afirman que los diferentes rebajados varían de forma considerable el timbre del oboe, pero cuando son preguntados por ellos al interpretar los diferentes ejercicios, no suelen distinguirlos.

En los estilos de interpretación de las obras, las escuelas de rebajado son diferenciados por los oboístas 4, 5, 6 y 8 de forma alternante (a excepción del oboísta 6 que distingue los rebajados en todos los casos).

También sobresalen los oboístas 9 y 11 que no distinguen en ningún ejercicio por rebajados; mientras que el oboísta 8 sólo distingue en la pregunta de estilos sobre Mozart, al igual que el oboísta 10, que sólo distingue en la calidad del *pianissimo*. Por el contrario, el oboísta 6 es el que más distingue por rebajados, sobre todo cuando contesta a las preguntas sobre los estilos musicales, ya que es el único al que le afectan de forma significativa en todos los estilos.

Al realizar un escalamiento multidimensional (ALSCAL) sobre los oboístas según las respuestas dadas, utilizando un modelo de dos dimensiones, se intenta entender si los oboístas pertenecientes a diferentes escuelas de interpretación utilizan criterios similares en sus puntuaciones. La variabilidad explicada por estas dimensiones para todas las respuestas es: RSQ= 86% (respuestas sobre la calidad), RSQ= 90% (respuestas sobre la facilidad), RSQ= 83% (respuestas sobre la globalidad), RSQ= 85% (respuestas sobre los estilos). Las figuras 4.93, 4.94, 4.95 y 4.96 muestran la obtención de una asociación clara por los instrumentistas de la escuela alemana para la dimensión 1.

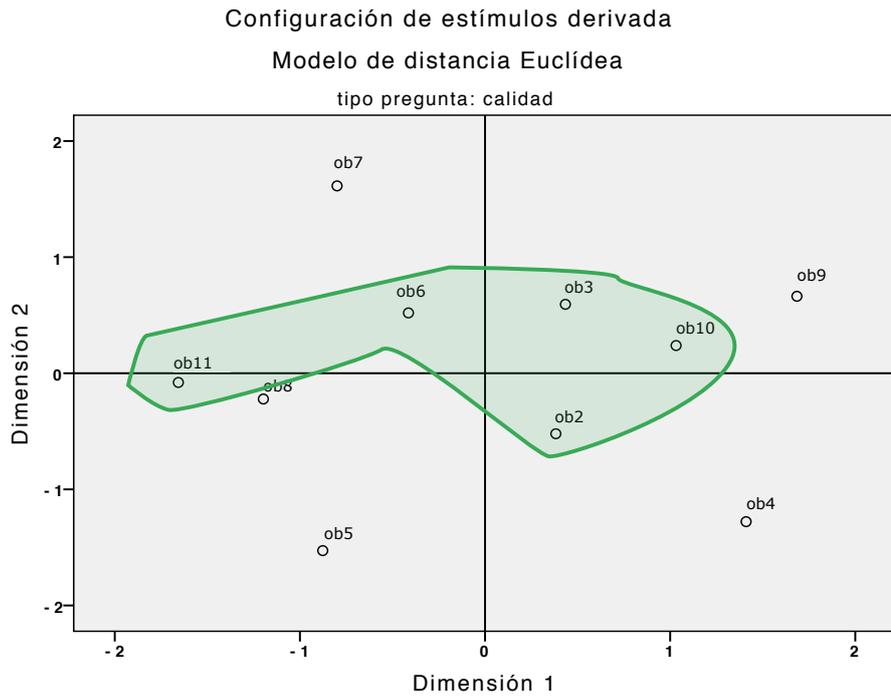


Figura 4.93. Escalamiento multidimensional de los oboístas según sus puntuaciones sobre la calidad. Se marca con color verde a los oboístas de la escuela alemana.

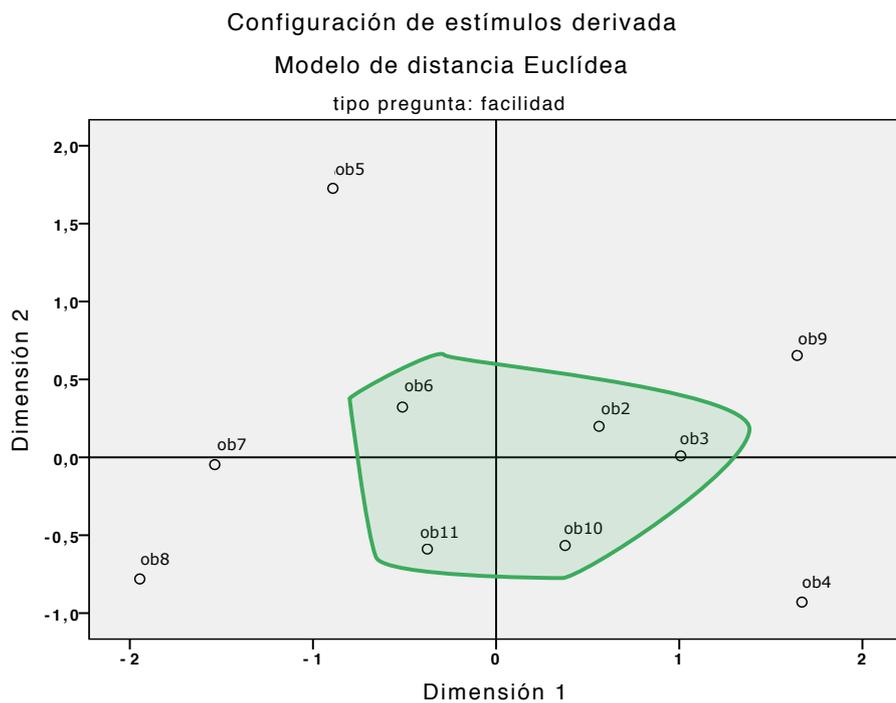


Figura 4.94. Escalamiento multidimensional de los oboístas según sus puntuaciones sobre la facilidad. Se marca con color verde a los oboístas de la escuela alemana.

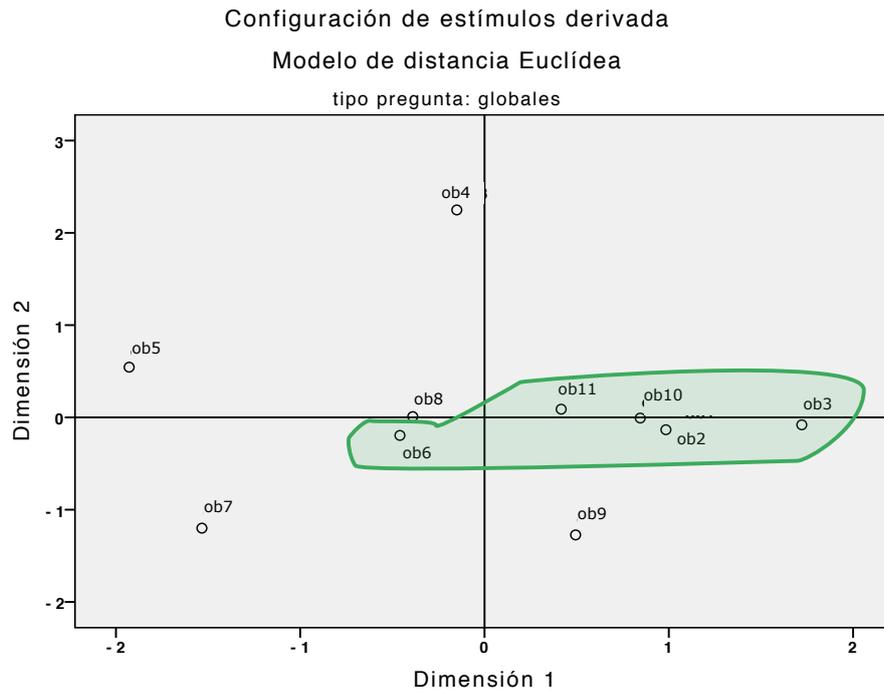


Figura 4.95. Escalamiento multidimensional de los oboístas según sus puntuaciones sobre la globalidad. Se marca con color verde a los oboístas de la escuela alemana.

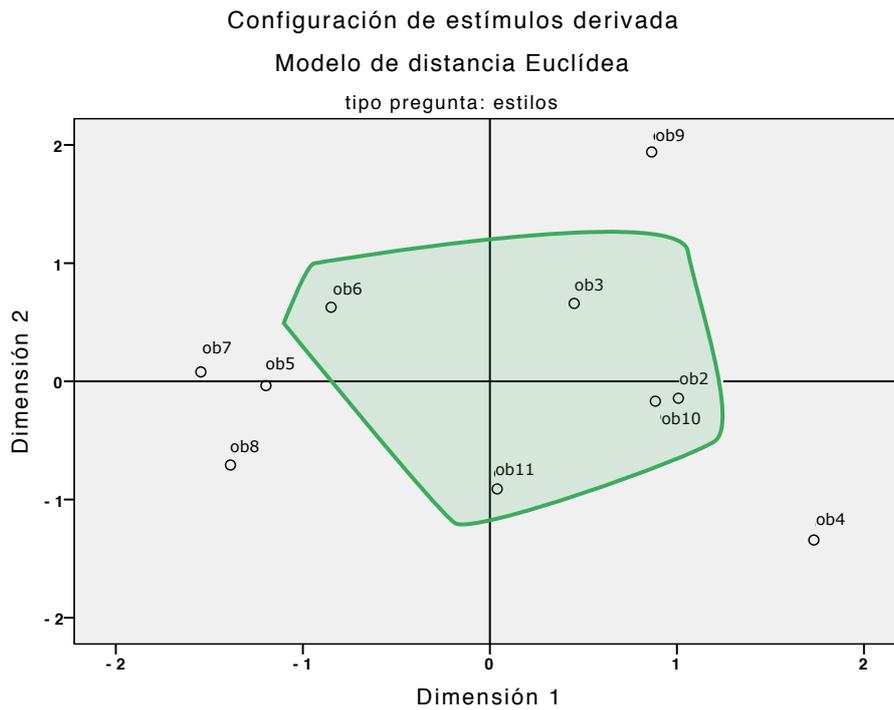


Figura 4.96. Escalamiento multidimensional de los oboístas según sus puntuaciones sobre los estilos. Se marca con color verde a los oboístas de la escuela alemana.

#### 4.7.4.3. Correlaciones

Si se estudian las respuestas de todos los oboístas en conjunto, se observa en la tabla 4.44, que todas las respuestas sobre la facilidad de interpretación de los ejercicios están relacionadas. Es decir, cuando los oboístas consideran que una lengüeta funciona bien para un ejercicio, funciona bien para todos los demás y al contrario. Esta valoración confirma que no existe una lengüeta buena para el *diminuendo* y pésima para el *legato*, por poner un ejemplo. Además, los resultados muestran que la correlación más fuerte existe entre el arpeggio y el *legato*. Si una lengüeta realiza un buen arpeggio, el resultado será muy parecido para el *legato*, aunque oboísticamente son dos ejercicios completamente diferentes: en uno se realizan cortes en la emisión con sus correspondientes ataques y en el otro existe una continuidad de columna de aire, sin interrupción del sonido. Quizás esta correlación tan alta se deba porque los dos ejercicios abarcan casi la totalidad del registro del oboe, es decir, son ejercicios complejos, largos y en todos los registros, mientras que los otros tres ejercicios son más cortos y sólo se interpreta una nota.

Correlaciones						
		arpeggioF	dimF	ffF	legatoF	ppF
arpeggioF	Corr.	1	,639**	,402**	<b>,821**</b>	,397**
	Sig.		0,000	0,000	0,000	0,000
dimF	Corr.	,639**	1	,290**	,671**	,492**
	Sig.	0,000		0,000	0,000	0,000
ffF	Corr.	,402**	,290**	1	,279**	,400**
	Sig.	0,000	0,000		0,000	0,000
legatoF	Corr.	,821**	,671**	,279**	1	,485**
	Sig.	0,000	0,000	0,000		0,000
** . La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).						
* . La correlación es significativa al nivel 0,05 (bilateral).						

Tabla 4.44. Correlación de Pearson y significatividad bilateral (N=180 en todos los casos) para las preguntas referentes a la facilidad de interpretación de los diferentes ejercicios que respondían los oboístas.

Lo mismo ocurre con la calidad, la tabla 4.45 muestra que todos los valores están correlacionados: cuando a los oboístas una lengüeta les parece de buena calidad para un ejercicio también les parece buena para el resto. Además, la correlación más alta se da también entre el arpeggio y el *legato*, al igual que ocurría con la facilidad.

En relación a las puntuación globales que los oboístas dan a todas las lengüetas, se aprecia que también están correlacionadas con la excepción del equilibrio y la rigidez. Seguramente, la puntuación de la rigidez no llegó a ser entendida por todos los oboístas

por igual, por lo que algunos puntuaron la flexibilidad con la misma puntuación que la rigidez. Además, se puede ver en la tabla 4.46, que el equilibrio de las lengüetas es el valor más correlacionado con la puntuación global, es decir, los oboístas consideran que el equilibrio es la característica que engloba todas las propiedades de la lengüeta para una valoración global.

Correlaciones						
		arpeggioQ	dimQ	ffQ	legatoQ	ppQ
arpeggioQ	Corr.	1	,577**	,507**	<b>,824**</b>	,481**
	Sig.		0,000	0,000	0,000	0,000
dimQ	Corr.	,577**	1	,526**	,652**	,504**
	Sig.	0,000		0,000	0,000	0,000
ffQ	Corr.	,507**	,526**	1	,464**	,578**
	Sig.	0,000	0,000		0,000	0,000
legatoQ	Corr.	,824**	,652**	,464**	1	,503**
	Sig.	0,000	0,000	0,000		0,000

\*\* . La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

\* . La correlación es significativa al nivel 0,05 (bilateral).

Tabla 4.45. Correlación de Pearson y significatividad bilateral (N=180 en todos los casos) para las preguntas referentes a la calidad de interpretación de los diferentes ejercicios que respondían los oboístas.

Correlaciones						
		global	global: equilibrio	global: flexibilidad	global: rigidez	global: timbre
global	Corr.	1	,745**	,614**	-,222**	,712**
	Sig.		0,000	0,000	0,003	0,000
global: equilibrio	Corr.	<b>,745**</b>	1	,429**	0,009	,671**
	Sig.	0,000		0,000	0,902	0,000
global: flexibilidad	Corr.	,614**	,429**	1	-,420**	,262**
	Sig.	0,000	0,000		0,000	0,000
global: rigidez	Corr.	-,222**	0,009	-,420**	1	0,017
	Sig.	0,003	0,902	0,000		0,819

\*\* . La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

\* . La correlación es significativa al nivel 0,05 (bilateral).

Tabla 4.46. Correlación de Pearson y significatividad bilateral (N=180 en todos los casos) para las preguntas referentes a las características globales de los diferentes ejercicios que respondían los oboístas.

La tabla 4.47 presenta los resultados de las correlaciones de los diferentes estilos puntuados por los oboístas. Cabe destacar que los oboístas en ningún momento interpretaron las obras elegidas como representativas de cada época, sino que sólo imaginaron cómo sería tocar con esa lengüeta una pieza en concreto, por lo que la valoración de estos estilos es muy subjetiva y los resultados deben analizarse con cautela.

No obstante, se advierte una correlación directa entre todos los estilos elegidos, siendo más marcado el barroco y el clásico.

Correlaciones					
		Vivaldi	Mozart	Strauss	Dutilleux
Vivaldi	Corr.	1	<b>,854**</b>	,762**	,697**
	Sig.		0,000	0,000	0,000
Mozart	Corr.	,854**	1	,864**	,763**
	Sig.	0,000		0,000	0,000
Strauss	Corr.	,762**	,864**	1	,765**
	Sig.	0,000	0,000		0,000
** . La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).					
* . La correlación es significativa al nivel 0,05 (bilateral).					

Tabla 4.47. Correlación de Pearson y significatividad bilateral (N=180 en todos los casos) para las preguntas referentes a los estilos de los diferentes ejercicios que respondían los oboístas.

Si se efectúa el análisis de las correlaciones globales separando las puntuaciones dadas por los oboístas (tabla 4.48), se observa que las puntuaciones son más dispares para algunos oboístas: la flexibilidad no tiene correlación con el equilibrio ni la globalidad (oboístas 2 y 3) o la rigidez no tiene correlación con el equilibrio (oboístas 3, 5, 6, 7, 9 y 11). De forma generalizada aparecen tres grupos: aquellos que correlacionan más la globalidad con el equilibrio, es decir, una lengüeta equilibrada obtiene mayor puntuación globalmente (oboístas 2, 3, 4, 5 y 10); aquellos que correlacionan la globalidad con el timbre: una lengüeta que suena bien obtiene mayor puntuación global o al contrario (oboístas 6, 7 y 8); y aquellos que correlacionan la globalidad con la flexibilidad: cuanto más flexible es una lengüeta, más puntuación global obtiene o al revés (oboístas 9 y 11). Ninguno de estos grupos estaría relacionado con ninguna escuela de interpretación (alemana o francesa), ya que en ambos grupos hay oboístas pertenecientes a las dos escuelas.

Correlaciones							
oboísta			global	global: equilibrio	global: flexibilidad	global: rigidez	global: timbre
Ob2	global	Corr.	1	,763**	-0,336	,664**	,748**
		Sig.		0,000	0,173	0,003	0,000
	global: equilibrio	Corr.	,763**	1	-0,189	,696**	0,444
		Sig.	0,000		0,452	0,001	0,065
	global: flexibilidad	Corr.	-0,336	-0,189	1	-,650**	-,637**
		Sig.	0,173	0,452		0,004	0,004
	global: rigidez	Corr.	,664**	,696**	-,650**	1	,644**

4. Estudio principal: percepción tímbrica, estudio acústico y evaluación interpretativa y auditiva

Correlaciones							
oboísta			global	global: equilibrio	global: flexibilidad	global: rigidez	global: timbre
		Sig.	0,003	0,001	0,004		0,004
Ob3	global	Corr.	1	,841**	0,370	0,061	,735**
		Sig.		0,000	0,130	0,809	0,001
	global: equilibrio	Corr.	,841**	1	0,392	0,091	,851**
		Sig.	0,000		0,108	0,721	0,000
	global: flexibilidad	Corr.	0,370	0,392	1	,810**	-0,050
		Sig.	0,130	0,108		0,000	0,844
	global: rigidez	Corr.	0,061	0,091	,810**	1	-0,243
		Sig.	0,809	0,721	0,000		0,331
Ob4	global	Corr.	1	,931**	,886**	-,503*	,828**
		Sig.		0,000	0,000	0,033	0,000
	global: equilibrio	Corr.	,931**	1	,834**	-,534*	,839**
		Sig.	0,000		0,000	0,022	0,000
	global: flexibilidad	Corr.	,886**	,834**	1	-,640**	,640**
		Sig.	0,000	0,000		0,004	0,004
	global: rigidez	Corr.	-,503*	-,534*	-,640**	1	-0,309
		Sig.	0,033	0,022	0,004		0,211
Ob5	global	Corr.	1	,844**	,775**	-,700**	0,434
		Sig.		0,000	0,000	0,001	0,072
	global: equilibrio	Corr.	,844**	1	,587*	-0,424	,641**
		Sig.	0,000		0,010	0,079	0,004
	global: flexibilidad	Corr.	,775**	,587*	1	-,883**	-0,070
		Sig.	0,000	0,010		0,000	0,783
	global: rigidez	Corr.	-,700**	-0,424	-,883**	1	0,024
		Sig.	0,001	0,079	0,000		0,924
Ob6	global	Corr.	1	,778**	,706**	-0,345	,816**
		Sig.		0,000	0,001	0,161	0,000
	global: equilibrio	Corr.	,778**	1	,655**	-0,125	,642**
		Sig.	0,000		0,003	0,621	0,004
	global: flexibilidad	Corr.	,706**	,655**	1	-,612**	0,459
		Sig.	0,001	0,003		0,007	0,056
	global: rigidez	Corr.	-0,345	-0,125	-,612**	1	-0,128
		Sig.	0,161	0,621	0,007		0,612
Ob7	global	Corr.	1	,566*	,764**	-,775**	,804**
		Sig.		0,014	0,000	0,000	0,000
	global: equilibrio	Corr.	,566*	1	,521*	-0,300	,576*
		Sig.	0,014		0,026	0,227	0,012
	global: flexibilidad	Corr.	,764**	,521*	1	-,694**	,723**
		Sig.	0,000	0,026		0,001	0,001
	global: rigidez	Corr.	-,775**	-0,300	-,694**	1	-0,424
		Sig.	0,000	0,227	0,001		0,080

Correlaciones							
oboísta			global	global: equilibrio	global: flexibilidad	global: rigidez	global: timbre
Ob8	global	Corr.	1	,622**	-0,035	0,378	,739**
		Sig.		0,006	0,889	0,122	0,000
	global: equilibrio	Corr.	,622**	1	-0,412	,708**	,538*
		Sig.	0,006		0,089	0,001	0,021
	global: flexibilidad	Corr.	-0,035	-0,412	1	-,729**	0,124
		Sig.	0,889	0,089		0,001	0,624
	global: rigidez	Corr.	0,378	,708**	-,729**	1	0,341
		Sig.	0,122	0,001	0,001		0,165
Ob9	global	Corr.	1	,736**	,854**	-0,049	,764**
		Sig.		0,001	0,000	0,847	0,000
	global: equilibrio	Corr.	,736**	1	,639**	0,098	,736**
		Sig.	0,001		0,004	0,698	0,000
	global: flexibilidad	Corr.	,854**	,639**	1	-0,155	,585*
		Sig.	0,000	0,004		0,540	0,011
	global: rigidez	Corr.	-0,049	0,098	-0,155	1	0,155
		Sig.	0,847	0,698	0,540		0,539
Ob10	global	Corr.	1	,819**	,486*	0,456	,513*
		Sig.		0,000	0,041	0,057	0,029
	global: equilibrio	Corr.	,819**	1	0,219	,534*	,493*
		Sig.	0,000		0,383	0,022	0,038
	global: flexibilidad	Corr.	,486*	0,219	1	-0,277	-0,055
		Sig.	0,041	0,383		0,266	0,827
	global: rigidez	Corr.	0,456	,534*	-0,277	1	,534*
		Sig.	0,057	0,022	0,266		0,022
Ob11	global	Corr.	1	,568*	,775**	0,075	,706**
		Sig.		0,014	0,000	0,768	0,001
	global: equilibrio	Corr.	,568*	1	0,404	0,461	,754**
		Sig.	0,014		0,097	0,054	0,000
	global: flexibilidad	Corr.	,775**	0,404	1	-0,307	,504*
		Sig.	0,000	0,097		0,215	0,033
	global: rigidez	Corr.	0,075	0,461	-0,307	1	0,270
		Sig.	0,768	0,054	0,215		0,279
**. La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).							
*. La correlación es significativa al nivel 0,05 (bilateral).							

Tabla 4.48. Correlación de Pearson y significatividad bilateral (N=18 en todos los casos) para las preguntas referentes a las características globales de los diferentes ejercicios que respondían los oboístas separado por cada oboísta.

Las tablas 4.44 y 4.45 muestran la existencia de una correlación entre el *legato* y el arpeggio, si se dividen las puntuaciones del grupo separadamente por oboístas, se aprecia en la tabla 4.49, que esta correlación se da en casi todos los casos: excepto en el oboísta 10, que es el único que no correlaciona la facilidad del arpeggio con la facilidad del *legato*. El resto de oboístas asocian la puntuación de la facilidad del arpeggio junto con la facilidad del *legato* y la puntuación de la calidad del arpeggio junto a la calidad del *legato*. Como se explicó anteriormente, esto se debe a que, aunque son ejercicios bastante diferentes, son muy parecidos en cuanto a duración del ejercicio, complejidad y registro abarcado del oboe, por lo que provocan en los oboístas más similitudes que, por ejemplo, el ejercicio *pianissimo*.

Correlaciones						
oboísta			arpeggioF	arpeggioQ	legatoF	legatoQ
Ob2	arpeggioF	Corr.	1	0,101	,730**	0,000
		Sig.		0,690	0,001	1,000
	arpeggioQ	Corr.	0,101	1	-0,019	,841**
		Sig.	0,690		0,939	0,000
	legatoF	Corr.	,730**	-0,019	1	-0,025
		Sig.	0,001	0,939		0,922
Ob3	arpeggioF	Corr.	1	,505*	,839**	0,437
		Sig.		0,033	0,000	0,070
	arpeggioQ	Corr.	,505*	1	0,357	,531*
		Sig.	0,033		0,145	0,023
	legatoF	Corr.	,839**	0,357	1	,670**
		Sig.	0,000	0,145		0,002
Ob4	arpeggioF	Corr.	1	,821**	,810**	,711**
		Sig.		0,000	0,000	0,001
	arpeggioQ	Corr.	,821**	1	,658**	,751**
		Sig.	0,000		0,003	0,000
	legatoF	Corr.	,810**	,658**	1	,779**
		Sig.	0,000	0,003		0,000
Ob5	arpeggioF	Corr.	1	0,212	,807**	0,143
		Sig.		0,398	0,000	0,571
	arpeggioQ	Corr.	0,212	1	-0,101	,949**
		Sig.	0,398		0,689	0,000
	legatoF	Corr.	,807**	-0,101	1	-0,086
		Sig.	0,000	0,689		0,736
Ob6	arpeggioF	Corr.	1	0,432	,809**	0,297
		Sig.		0,073	0,000	0,231
	arpeggioQ	Corr.	0,432	1	0,425	,867**

Correlaciones						
oboísta			arpeggioF	arpeggioQ	legatoF	legatoQ
	legatoF	Sig.	0,073		0,078	0,000
		Corr.	,809**	0,425	1	0,442
		Sig.	0,000	0,078		0,066
Ob7	arpeggioF	Corr.	1	,867**	,933**	,847**
		Sig.		0,000	0,000	0,000
	arpeggioQ	Corr.	,867**	1	,800**	,933**
		Sig.	0,000		0,000	0,000
	legatoF	Corr.	,933**	,800**	1	,842**
		Sig.	0,000	0,000		0,000
Ob8	arpeggioF	Corr.	1	0,149	,786**	-0,084
		Sig.		0,554	0,000	0,741
	arpeggioQ	Corr.	0,149	1	0,442	,797**
		Sig.	0,554		0,066	0,000
	legatoF	Corr.	,786**	0,442	1	0,088
		Sig.	0,000	0,066		0,729
Ob9	arpeggioF	Corr.	1	,569*	,844**	,512*
		Sig.		0,014	0,000	0,030
	arpeggioQ	Corr.	,569*	1	,510*	,816**
		Sig.	0,014		0,031	0,000
	legatoF	Corr.	,844**	,510*	1	,497*
		Sig.	0,000	0,031		0,036
Ob10	arpeggioF	Corr.	1	,856**	0,420	,620**
		Sig.		0,000	0,083	0,006
	arpeggioQ	Corr.	,856**	1	0,256	,602**
		Sig.	0,000		0,304	0,008
	legatoF	Corr.	0,420	0,256	1	,733**
		Sig.	0,083	0,304		0,001
Ob11	arpeggioF	Corr.	1	,698**	,712**	0,450
		Sig.		0,001	0,001	0,061
	arpeggioQ	Corr.	,698**	1	,710**	,671**
		Sig.	0,001		0,001	0,002
	legatoF	Corr.	,712**	,710**	1	,840**
		Sig.	0,001	0,001		0,000
**. La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).						
*. La correlación es significativa al nivel 0,05 (bilateral).						

Tabla 4.49. Correlación de Pearson y significatividad bilateral (N=18 en todos los casos) para las preguntas referentes a la facilidad y calidad del arpeggio y *legato* de los diferentes ejercicios que respondían los oboístas, separado por cada oboísta.

### 4.7.5. Comparación de la evaluación interpretativa con la acústica

Después de haber analizado la propiocepción en los oboístas se quiere averiguar si existe algún parámetro acústico que pueda explicar las puntuaciones dadas por los oboístas a las lengüetas utilizadas en la grabación.

Para ello, se realiza una serie de regresiones donde todos los parámetros acústicos se relacionan con las puntuaciones de los ejercicios.

#### 4.7.5.1. Resultados

##### 4.7.5.1.1. Facilidad del arpegio

Al analizar todos los parámetros acústicos para ver cuáles pueden estar relacionados con la facilidad del arpegio en la propiocepción, se puede observar en la tabla 4.50, que sólo la facilidad de vibración (*number of voiced frames*) tiene una relación directa, aunque con un  $R^2$  corregido muy bajo.

Como se ha explicado anteriormente, la medición del *number of voiced frames* no estuvo controlada en la grabación, así cada oboístas interpretó con una duración estimada los ejercicios, por lo que los resultados deben ser tomados con precaución.

Resumen del modelo									
Modelo	R	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> corregida	Error típ. de la estimación	Estadísticos de cambio				
					Cambio en R <sup>2</sup>	Cambio en F	gl1	gl2	Sig. Cambio en F
1	0,188	0,035	0,030	1,691	0,035	6,246	1	170	0,013

Coeficientes <sup>a</sup>						
Modelo		Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.
		B	Error típ.	Beta		
1	(Constante)	3,747	0,129		29,021	0,000
	Voiced Frames arpegio	0,398	0,159	0,188	2,499	0,013

a. Variable dependiente: arpegioF

Tabla 4.50. Resumen del modelo (arriba) y coeficientes de las variables predictoras de la regresión de la variable dependiente “facilidad del arpegio” con todos los parámetros acústicos. Se muestran los que sí tienen influencia sobre la variable dependiente.

#### 4.7.5.1.2. Calidad del arpeggio

Al analizar todos los parámetros acústicos para ver cuáles pueden estar relacionados con la calidad del arpeggio en la propiocepción, se puede observar en la tabla 4.51, que sólo la armonicidad media del arpeggio tiene una relación directa, aunque con un  $R^2$  corregido muy bajo.

La armonicidad media mide la cantidad de ruido o soplo presente en el sonido, por lo que la explicación de la puntuación de la calidad mediante este parámetro acústico está muy relacionado.

Resumen del modelo									
Modelo	R	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> corregida	Error típ. de la estimación	Estadísticos de cambio				
					Cambio en R <sup>2</sup>	Cambio en F	gl1	gl2	Sig. Cambio en F
1	0,235	0,055	0,050	1,489	0,055	9,963	1	170	0,002

Coeficientes <sup>a</sup>						
Modelo		Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.
		B	Error típ.	Beta		
1	(Constante)	3,304	0,114		29,112	0,000
	Harmonicity Mean arpeggio	0,540	0,171	0,235	3,156	0,002

a. Variable dependiente: arpeggioQ

Tabla 4.51. Resumen del modelo (arriba) y coeficientes de las variables predictoras de la regresión de la variable dependiente “calidad del arpeggio” con todos los parámetros acústicos. Se muestran los que sí tienen influencia sobre la variable dependiente.

#### 4.7.5.1.3. Facilidad del *legato*

Al analizar todos los parámetros acústicos para ver cuáles pueden estar relacionados con la facilidad del *legato* en la propiocepción, se puede observar en la tabla 4.52, que la frecuencia media de todos los ejercicios, el *number of voiced frames* del arpeggio y la armonicidad media del arpeggio, tienen una relación directa, aunque  $R^2$  corregido sigue siendo bajo.

La facilidad del *legato* viene explicada a través de dos parámetros acústicos relacionados con la ejecución: la frecuencia media y el *number of voiced frames*. Si se considera que la facilidad de un ejercicio está vinculada a la ejecución, estos dos

parámetros están muy relacionados con las puntuaciones de los oboístas. No obstante, cabe remarca que la medición del *number of voiced frames* no se controló, como se ha comentado anteriormente. El otro parámetro acústico vinculado tiene que ver más con la calidad de sonido que con la facilidad, además cabe destacar que la armonicidad media que se relaciona no es la del *legato*, sino la del arpegio. En el análisis de datos del punto 4.7.4.3, se pudo observar cómo la facilidad y la calidad del arpegio y del *legato* estaban correlacionadas, por lo que no es de extrañar que un mismo parámetro acústico pueda explicar dos ejercicios diferentes.

Resumen del modelo									
Modelo	R	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> corregida	Error típ. de la estimación	Estadísticos de cambio				
					Cambio en R <sup>2</sup>	Cambio en F	gl1	gl2	Sig. Cambio en F
3	0,411	0,169	0,154	1,520	0,019	3,937	1	168	0,049

Coeficientes <sup>a</sup>						
Modelo		Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.
		B	Error típ.	Beta		
3	(Constante)	3,848	0,116		33,175	0,000
	F0 Mean (Hz) media	-0,618	0,132	-0,349	-4,693	0,000
	Voiced Frames arpegio	0,524	0,144	0,258	3,642	0,000
	Harmonicity Mean arpegio	0,369	0,186	0,148	1,984	0,049

a. Variable dependiente: legatoF

Tabla 4.52. Resumen del modelo (arriba) y coeficientes de las variables predictoras de la regresión de la variable dependiente “facilidad del *legato*” con todos los parámetros acústicos. Se muestran los que sí tienen influencia sobre la variable dependiente.

#### 4.7.5.1.4. Calidad del *legato*

Al analizar todos los parámetros acústicos para ver cuáles pueden estar relacionados con la calidad del *legato* en la propiocepción, se puede observar en la tabla 4.53, que sólo la armonicidad media tiene una relación directa, aunque con un R<sup>2</sup> corregido muy bajo.

La calidad del sonido del *legato* viene explicada por un parámetro acústico relacionado con el sonido, pero del arpegio. Tal y como se acaba de explicar, estos dos ejercicios están fuertemente correlacionados (cf. punto 4.7.4.3).

Resumen del modelo									
Modelo	R	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> corregida	Error típ. de la estimación	Estadísticos de cambio				
					Cambio en R <sup>2</sup>	Cambio en F	g11	g12	Sig. Cambio en F
1	0,196	0,038	0,033	1,427	0,038	6,796	1	170	0,010

Coeficientes <sup>a</sup>						
Modelo		Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.
		B	Error típ.	Beta		
1	(Constante)	3,301	0,109		30,346	0,000
	Harmonicity Mean arpegio	0,428	0,164	0,196	2,607	0,010

a. Variable dependiente: legatoQ

Tabla 4.53. Resumen del modelo (arriba) y coeficientes de las variables predictoras de la regresión de la variable dependiente “calidad del arpegio” con todos los parámetros acústicos. Se muestran los que sí tienen influencia sobre la variable dependiente.

#### 4.7.5.1.5. Facilidad del *diminuendo*

Al analizar todos los parámetros acústicos para ver cuáles pueden estar relacionados con la facilidad del *diminuendo* en la propiocepción, se puede observar en la tabla 4.54, que la frecuencia mínima, el centro de gravedad espectral y la diferencia de bandas de energía (3ª mayor) en el *diminuendo*, tienen una relación directa, aunque con un R<sup>2</sup> corregido bajo.

Es interesante destacar cómo la facilidad de este ejercicio está vinculada a dos parámetros acústicos que nada tienen que ver con la ejecución, sino con la calidad del sonido: el centro de gravedad espectral y la diferencia de bandas de energía (3ª mayor). El parámetro acústico que sí está relacionado con la ejecución mide la frecuencia mínima del ejercicio, sin embargo, no aparece ningún parámetro de ejecución relacionado con la intensidad en un ejercicio donde el delta de la intensidad es muy importante para su realización.

Resumen del modelo									
Modelo	R	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> corregida	Error típ. de la estimación	Estadísticos de cambio				
					Cambio en R <sup>2</sup>	Cambio en F	gl1	gl2	Sig. Cambio en F
3	0,454	0,207	0,192	1,508	0,020	4,223	1	168	0,041

Coeficientes <sup>a</sup>						
Modelo		Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.
		B	Error típ.	Beta		
3	(Constante)	3,649	0,116		31,546	0,000
	F0 Mean (Hz) dim	-0,801	0,134	-0,473	-5,971	0,000
	Spectrum Center Gravity dim	0,645	0,130	0,371	4,948	0,000
	Band Energy Diff dim (4st)	0,258	0,126	0,150	2,055	0,041

a. Variable dependiente: dimF

Tabla 4.54. Resumen del modelo (arriba) y coeficientes de las variables predictoras de la regresión de la variable dependiente “facilidad del *diminuendo*” con todos los parámetros acústicos. Se muestran los que sí tienen influencia sobre la variable dependiente.

#### 4.7.5.1.6. Calidad del *diminuendo*

Al analizar todos los parámetros acústicos para ver cuáles pueden estar relacionados con la calidad del arpegio en la propiocepción, se puede observar en la tabla 4.55, que el centro de gravedad espectral, la frecuencia mínima y la armonicidad media del *diminuendo*, tienen una relación directa, aunque con un R<sup>2</sup> corregido muy bajo.

Cabe remarcar que, al igual que en la calidad del arpegio y del *legato*, en la calidad del *diminuendo* también está presente la armonicidad media del *diminuendo*.

Resumen del modelo									
Modelo	R	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> corregida	Error típ. de la estimación	Estadísticos de cambio				
					Cambio en R <sup>2</sup>	Cambio en F	gl1	gl2	Sig. Cambio en F
3	0,351	0,123	0,108	1,374	0,025	4,721	1	168	0,031

Coeficientes <sup>a</sup>						
Modelo		Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.
		B	Error típ.	Beta		
3	(Constante)	2,933	0,105		27,887	0,000

Coeficientes <sup>a</sup>						
Modelo		Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.
		B	Error típ.	Beta		
	Spectrum Center Gravity dim	0,474	0,119	0,315	3,983	0,000
	F0 Mean (Hz) dim	-0,482	0,122	-0,329	-3,966	0,000
	Harmonicity Mean dim	0,242	0,111	0,165	2,173	0,031

a. Variable dependiente: dimQ

Tabla 4.55. Resumen del modelo (arriba) y coeficientes de las variables predictoras de la regresión de la variable dependiente “calidad del *diminuendo*” con todos los parámetros acústicos. Se muestran los que sí tienen influencia sobre la variable dependiente.

#### 4.7.5.1.7. Facilidad del *fortissimo*

Al analizar todos los parámetros acústicos para ver cuáles pueden estar relacionados con la facilidad del *fortissimo* en la propiocepción, se puede observar en la tabla 4.56, que sólo la desviación estándar de la frecuencia (en semitonos) en el *fortissimo* tiene una relación directa, aunque con un R<sup>2</sup> corregido muy bajo.

Resumen del modelo									
Modelo	R	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> corregida	Error típ. de la estimación	Estadísticos de cambio				
					Cambio en R <sup>2</sup>	Cambio en F	gl1	gl2	Sig. Cambio en F
1	0,170	0,029	0,023	1,387	0,029	5,043	1	170	0,026

Coeficientes <sup>a</sup>						
Modelo		Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.
		B	Error típ.	Beta		
1	(Constante)	4,870	0,106		46,028	0,000
	F0 Std Dev (st) ff	-0,234	0,104	-0,170	-2,246	0,026

a. Variable dependiente: ffF

Tabla 4.56. Resumen del modelo (arriba) y coeficientes de las variables predictoras de la regresión de la variable dependiente “facilidad del *fortissimo*” con todos los parámetros acústicos. Se muestran los que sí tienen influencia sobre la variable dependiente.

#### 4.7.5.1.8. Calidad del *fortissimo*

Al analizar todos los parámetros acústicos para ver cuáles pueden estar relacionados con la calidad del *fortissimo* en la propiocepción, se puede observar en la

tabla 4.57, que sólo la frecuencia media (en Hz) en el *fortissimo* tiene una relación directa, aunque con un R<sup>2</sup> corregido muy bajo.

En esta ocasión, la calidad del ejercicio viene explicada por un parámetro que nada tiene que ver con la ejecución, además, es el único ejercicio de calidad sonora donde no está presente el parámetro de la armonicidad media. Que la calidad del *fortissimo* esté relacionada con la frecuencia media demuestra que para los oboístas un *fortissimo* de calidad depende más de la afinación de la nota con una gran cantidad de aire que un buen sonido.

Resumen del modelo									
Modelo	R	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> corregida	Error típ. de la estimación	Estadísticos de cambio				
					Cambio en R <sup>2</sup>	Cambio en F	gl1	gl2	Sig. Cambio en F
1	0,180	0,032	0,027	1,502	0,032	5,674	1	170	0,018

Coeficientes <sup>a</sup>						
Modelo		Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.
		B	Error típ.	Beta		
1	(Constante)	3,962	0,115		34,590	0,000
	F0 Mean (Hz) ff	-0,268	0,113	-0,180	-2,382	0,018

a. Variable dependiente: ffQ

Tabla 4.57. Resumen del modelo (arriba) y coeficientes de las variables predictoras de la regresión de la variable dependiente “calidad del *fortissimo*” con todos los parámetros acústicos. Se muestran los que sí tienen influencia sobre la variable dependiente.

#### 4.7.5.1.9. Facilidad del *pianissimo*

Al analizar todos los parámetros acústicos para ver cuáles pueden estar relacionados con la facilidad del *pianissimo* en la propiocepción, se puede observar en la tabla 4.58, que tanto el delta de la frecuencia como la desviación estándar de la amplitud en el *pianissimo* tienen una relación directa, aunque con un R<sup>2</sup> corregido muy bajo.

Los dos parámetros acústicos que explican este ejercicio están muy vinculados a la ejecución del mismo, ya que miden tanto la inestabilidad de la afinación como de la intensidad.

Resumen del modelo									
Modelo	R	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> corregida	Error típ. de la estimación	Estadísticos de cambio				
					Cambio en R <sup>2</sup>	Cambio en F	gl1	gl2	Sig. Cambio en F
2	0,292	0,085	0,074	1,653	0,053	9,744	1	167	0,002

Coeficientes <sup>a</sup>						
Modelo		Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.
		B	Error típ.	Beta		
2	(Constante)	3,891	0,127		30,680	0,000
	F0 Delta (Hz) pp	-0,356	0,111	-0,247	-3,197	0,002
	Amplitude Std Dev pp	-0,416	0,133	-0,241	-3,122	0,002

a. Variable dependiente: ppF

Tabla 4.58. Resumen del modelo (arriba) y coeficientes de las variables predictoras de la regresión de la variable dependiente “facilidad del *pianissimo*” con todos los parámetros acústicos. Se muestran los que sí tienen influencia sobre la variable dependiente.

#### 4.7.5.1.10. Calidad del *pianissimo*

Al analizar todos los parámetros acústicos para ver cuáles pueden estar relacionados con la calidad del *pianissimo* en la propiocepción, se puede observar en la tabla 4.59, que la desviación estándar de la amplitud, la armonicidad media y el centro de gravedad espectral en el *pianissimo* tienen una relación directa, aunque con un R<sup>2</sup> corregido bajo.

La armonicidad media vuelve aparecer como el parámetro común de la calidad de todos los ejercicios (excepto en el *fortissimo*), la desviación estándar de la amplitud y el centro de gravedad espectral están muy relacionados con la medición de la calidad del *pianissimo*, ya que además de medir las posibles oscilaciones del sonido en cuanto a intensidad, se tiene en cuenta la energía del sonido producido.

Resumen del modelo									
Modelo	R	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> corregida	Error típ. de la estimación	Estadísticos de cambio				
					Cambio en R <sup>2</sup>	Cambio en F	gl1	gl2	Sig. Cambio en F
3	0,353	0,124	0,109	1,542	0,021	3,983	1	166	0,048

Coeficientes <sup>a</sup>						
Modelo		Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.
		B	Error típ.	Beta		
3	(Constante)	3,576	0,119		30,124	0,000
	Amplitude Std Dev pp	-0,539	0,135	-0,328	-3,993	0,000
	Harmonicity Mean pp	0,703	0,169	0,371	4,152	0,000
	Spectrum Center Gravity pp	-0,292	0,146	-0,160	-1,996	0,048

a. Variable dependiente: ppQ

Tabla 4.59. Resumen del modelo (arriba) y coeficientes de las variables predictoras de la regresión de la variable dependiente “calidad del *pianissimo*” con todos los parámetros acústicos. Se muestran los que sí tienen influencia sobre la variable dependiente.

#### 4.7.5.1.11.Global

Al analizar todos los parámetros acústicos para ver cuáles pueden estar relacionados con la puntuación global de las lengüetas en la propiocepción, se puede observar en la tabla 4.60, que la desviación estándar de la frecuencia en el *pianissimo*, la desviación estándar de la frecuencia en el arpegio, la frecuencia media en el *pianissimo*, la diferencia de bandas de energía (2<sup>a</sup> mayor) en el *pianissimo* y la desviación estándar de la amplitud en el *pianissimo* tienen una relación directa, aunque con un R<sup>2</sup> corregido bajo.

Todos estos parámetros acústicos están relacionados con los ejercicios *pianissimo* y arpegio. Por una parte, la globalidad se relaciona con parámetros ligados a la ejecución, como la desviación estándar de la frecuencia o la frecuencia media, por lo que para los oboístas es muy importante el comportamiento de la lengüeta en la afinación para darle una puntuación global alta o no. Por otra parte, los dos parámetros relacionados con la calidad del sonido están ligados al ejercicio *pianissimo* y miden tanto las inestabilidades de la intensidad como la cantidad de energía del sonido.

Resumen del modelo									
Modelo	R	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> corregida	Error típ. de la estimación	Estadísticos de cambio				
					Cambio en R <sup>2</sup>	Cambio en F	gl1	gl2	Sig. Cambio en F
5	0,435	0,189	0,165	1,099	0,022	4,361	1	164	0,038

Coeficientes <sup>a</sup>						
Modelo		Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.
		B	Error típ.	Beta		
5	(Constante)	2,660	0,307		8,666	0,000
	F0 Std Dev (st) pp	-0,348	0,092	-0,284	-3,773	0,000
	F0 Std Dev (st) arpeggio	-0,680	0,199	-0,263	-3,419	0,001
	F0 Mean (Hz) pp	-0,239	0,097	-0,199	-2,460	0,015
	Band Energy Diff (2st) pp	0,043	0,014	0,217	2,970	0,003
	Amplitude Std Dev pp	-0,190	0,091	-0,157	-2,088	0,038

a. Variable dependiente: global

Tabla 4.60. Resumen del modelo (arriba) y coeficientes de las variables predictoras de la regresión de la variable dependiente “global” con todos los parámetros acústicos. Se muestran los que sí tienen influencia sobre la variable dependiente.

#### 4.7.5.1.12. Equilibrio

Al analizar todos los parámetros acústicos para ver cuáles pueden estar relacionados con la puntuación del equilibrio en la propiocepción, se puede observar en la tabla 4.61, que la desviación estándar de la frecuencia en el *pianissimo* y en el arpeggio, el *number of voiced frames* en el *pianissimo*, el delta de la frecuencia en el *diminuendo* y las diferencias de energía por bandas (2ª mayor) tienen una relación directa, aunque con un R<sup>2</sup> corregido bajo.

Al igual que en la globalidad, el equilibrio también depende de varios parámetros acústicos ligados a la ejecución y a la calidad del sonido, aunque en esta ocasión, la mayoría de los parámetros se relacionan con la ejecución y sobre todo con la frecuencia. Las puntuaciones de los oboístas para que una lengüeta sea equilibrada también depende de la diferencia de energía por bandas, es decir, la relación de la energía de la fundamental frente al resto del espectro.

Resumen del modelo									
Modelo	R	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> corregida	Error típ. de la estimación	Estadísticos de cambio				
					Cambio en R <sup>2</sup>	Cambio en F	gl1	gl2	Sig. Cambio en F
6	0,427	0,182	0,163	1,165	-0,012	2,424	1	164	0,121

Coeficientes <sup>a</sup>						
Modelo		Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.
		B	Error típ.	Beta		
6	(Constante)	2,574	0,315		8,167	0,000
	F0 Std Dev (st arpegio)	-0,573	0,202	-0,209	-2,834	0,005
	Voiced Frames pp	0,256	0,092	0,199	2,796	0,006
	F0 Delta (Hz) dim	-0,316	0,113	-0,207	-2,794	0,006
	Band Energy Diff (2st) pp	0,035	0,015	0,170	2,388	0,018

a. Variable dependiente: global: equilibrio

Tabla 4.61. Resumen del modelo (arriba) y coeficientes de las variables predictoras de la regresión de la variable dependiente “equilibrio” con todos los parámetros acústicos. Se muestran los que sí tienen influencia sobre la variable dependiente.

#### 4.7.5.1.13. Flexibilidad

Al analizar todos los parámetros acústicos para ver cuáles pueden estar relacionados con la puntuación de la flexibilidad en la propiocepción, se puede observar en la tabla 4.62, que la frecuencia media del *diminuendo*, la intensidad del arpegio, la desviación estándar de la amplitud del arpegio, la desviación estándar de la frecuencia del arpegio y la desviación estándar de la frecuencia en el *pianissimo* tienen una relación directa, aunque con un R<sup>2</sup> corregido bajo.

La flexibilidad de las lengüetas también está relacionada con varias mediciones acústicas de ejecución y calidad del sonido de diversos ejercicios. En primer lugar, una lengüeta flexible está ligada a los parámetros de ejecución que miden la frecuencia del arpegio, *pianissimo* y *diminuendo*, es decir, los oboístas consideran que para que una lengüeta sea flexible ha de poder controlarse la afinación en estos tres ejercicios. En segundo lugar, la intensidad y las inestabilidades de la amplitud en el arpegio son las mediciones ligadas a la calidad del sonido de una lengüeta flexible.

Resumen del modelo									
Modelo	R	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> corregida	Error típ. de la estimación	Estadísticos de cambio				
					Cambio en R <sup>2</sup>	Cambio en F	gl1	gl2	Sig. Cambio en F
5	0,476	0,226	0,203	1,356	0,022	4,701	1	164	0,032

Coeficientes <sup>a</sup>						
Modelo		Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.
		B	Error típ.	Beta		
5	(Constante)	3,348	0,104		32,117	0,000
	F0 Mean (Hz) dim	-0,772	0,132	-0,504	-5,834	0,000
	Intensity (dB) arpeggio	1,355	0,363	0,835	3,730	0,000
	Amplitude Std Dev arpeggio	-1,118	0,360	-0,679	-3,105	0,002
	F0 Std Dev (st) arpeggio	-0,640	0,262	-0,196	-2,441	0,016
	F0 Std Dev (st) pp	-0,247	0,114	-0,159	-2,168	0,032

a. Variable dependiente: global: flexibilidad

Tabla 4.62. Resumen del modelo (arriba) y coeficientes de las variables predictoras de la regresión de la variable dependiente “flexibilidad” con todos los parámetros acústicos. Se muestran los que si tienen influencia sobre la variable dependiente.

#### 4.7.5.1.14. Rigidez

Al analizar todos los parámetros acústicos para ver cuáles pueden estar relacionados con la rigidez en la propiocepción, se puede observar en la tabla 4.63, que tanto el delta de la intensidad como el delta de la frecuencia en el *diminuendo* tienen una relación directa, aunque con un R<sup>2</sup> corregido muy bajo.

La rigidez está ligada a un parámetro de la ejecución y a otro de calidad del sonido, ambos del ejercicio *diminuendo*. Es decir, los oboístas analizan la rigidez a partir de la cantidad de intensidad y frecuencia que pueden controlar en el ejercicio *diminuendo*.

Resumen del modelo									
Modelo	R	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> corregida	Error típ. de la estimación	Estadísticos de cambio				
					Cambio en R <sup>2</sup>	Cambio en F	gl1	gl2	Sig. Cambio en F
2	0,315	0,099	0,088	1,693	0,056	10,290	1	167	0,002

Coeficientes <sup>a</sup>						
Modelo		Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.
		B	Error típ.	Beta		
2	(Constante)	-2,467	2,091		-1,180	0,240
	Delta Intensidad (dB) dim	0,261	0,075	0,264	3,497	0,001
	Delta F0 (st) dim	-2,152	0,671	-0,242	-3,208	0,002

a. Variable dependiente: global: rigidez

Tabla 4.63. Resumen del modelo (arriba) y coeficientes de las variables predictoras de la regresión de la variable dependiente “rigidez” con todos los parámetros acústicos. Se muestran los que sí tienen influencia sobre la variable dependiente.

#### 4.7.5.1.15. Timbre

Al analizar todos los parámetros acústicos para ver cuáles pueden estar relacionados con el timbre en la propiocepción, se puede observar en la tabla 4.64, que la desviación estándar de la frecuencia en el *pianissimo*, el delta de la frecuencia en el *diminuendo*, la desviación estándar de la amplitud en el *pianissimo* y la media de la diferencia de energía por bandas (3<sup>a</sup> mayor) tienen una relación directa, aunque con un R<sup>2</sup> corregido bajo.

El timbre está relacionado con la medición de la diferencia de energía por bandas y la desviación estándar de la amplitud, dos parámetros acústicos muy vinculados a la calidad del sonido. Sin embargo, cabe destacar que dos de los parámetros acústicos relacionados también con el timbre están ligados a la ejecución y más concretamente a la estabilidad de la frecuencia.

Resumen del modelo									
Modelo	R	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> corregida	Error típ. de la estimación	Estadísticos de cambio				
					Cambio en R <sup>2</sup>	Cambio en F	gl1	gl2	Sig. Cambio en F
4	0,369	0,136	0,115	1,433	0,023	4,451	1	165	0,036

Coeficientes <sup>a</sup>						
Modelo		Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.
		B	Error típ.	Beta		
4	(Constante)	1,905	0,767		2,485	0,014
	F0 Std Dev (st) pp	-0,350	0,120	-0,226	-2,929	0,004
	F0 Delta (Hz) dim	-0,363	0,135	-0,199	-2,682	0,008
	Amplitude Std Dev pp	-0,362	0,122	-0,236	-2,970	0,003
	Band Energy Diff (4st) media	0,075	0,035	0,166	2,110	0,036

a. Variable dependiente: global: timbre

Tabla 4.64. Resumen del modelo (arriba) y coeficientes de las variables predictoras de la regresión de la variable dependiente “timbre” con todos los parámetros acústicos. Se muestran los que sí tienen influencia sobre la variable dependiente.

#### 4.7.5.1.16.Vivaldi

Al analizar todos los parámetros acústicos para ver cuáles pueden estar relacionados con la puntuación de los estilos en Vivaldi en la propiocepción, se puede observar en la tabla 4.65, que la desviación estándar de la frecuencia en el arpeggio, la frecuencia media en el *pianissimo* y la diferencia de energía por bandas (2<sup>a</sup> mayor) en el *pianissimo* tienen una relación directa, aunque con un R<sup>2</sup> corregido muy bajo.

Los tres parámetros acústicos que explican la puntuación dada por los oboístas están relacionados tanto con la ejecución, ligados siempre a la frecuencia, como a la calidad del sonido, mediante la diferencia de energía por bandas. Destaca que estas diferencias de bandas de energía estén asociadas al ejercicio *pianissimo* cuando el concierto de Vivaldi no se caracteriza por ser un concierto con un matiz predominantemente en piano.

Resumen del modelo									
Modelo	R	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> corregida	Error típ. de la estimación	Estadísticos de cambio				
					Cambio en R <sup>2</sup>	Cambio en F	gl1	gl2	Sig. Cambio en F
3	0,327	0,107	0,091	1,374	0,027	5,102	1	166	0,025

Coeficientes <sup>a</sup>						
Modelo		Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.
		B	Error típ.	Beta		
3	(Constante)	2,024	0,380		5,329	0,000
	F0 Std Dev (st arpeggio)	-0,911	0,247	-0,294	-3,683	0,000
	F0 Mean (Hz) pp	-0,382	0,118	-0,266	-3,245	0,001
	Band Energy Diff (2st) pp	0,040	0,018	0,171	2,259	0,025

a. Variable dependiente: Vivaldi

Tabla 4.65. Resumen del modelo (arriba) y coeficientes de las variables predictoras de la regresión de la variable dependiente “Vivaldi” con todos los parámetros acústicos. Se muestran los que sí tienen influencia sobre la variable dependiente.

#### 4.7.5.1.17.Mozart

Al analizar todos los parámetros acústicos para ver cuáles pueden estar relacionados con la puntuación de los estilos en Mozart en la propiocepción, se puede observar en la tabla 4.66, que el centro de gravedad del espectro en el *diminuendo*, la frecuencia media en el *pianissimo* y la desviación estándar de la frecuencia en el arpeggio tienen una relación directa, aunque con un R<sup>2</sup> corregido muy bajo.

Al igual que en el concierto de Vivaldi, el concierto de Mozart está relacionado con tres parámetros acústicos tanto de ejecución como de calidad sonora. Los dos parámetros ligados a la ejecución son los mismos que para el concierto de Vivaldi y están vinculados a la frecuencia. La calidad sonora viene representada por el centro de gravedad del ejercicio *diminuendo*, que está relacionado con que un sonido sea más o menos brillante, dependiendo de la distribución de la energía en la parte aguda de las frecuencias del espectro.

Resumen del modelo									
Modelo	R	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> corregida	Error típ. de la estimación	Estadísticos de cambio				
					Cambio en R <sup>2</sup>	Cambio en F	gl1	gl2	Sig. Cambio en F
3	0,359	0,129	0,113	1,330	0,027	5,117	1	166	0,025

Coeficientes <sup>a</sup>						
Modelo		Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.
		B	Error típ.	Beta		
3	(Constante)	2,412	0,102		23,533	0,000
	Spectrum Center Gravity dim	0,413	0,113	0,284	3,670	0,000
	F0 Mean (Hz) pp	-0,354	0,113	-0,252	-3,136	0,002
	F0 Std Dev (st) arpeggio	-0,551	0,244	-0,181	-2,262	0,025

a. Variable dependiente: Mozart

Tabla 4.66. Resumen del modelo (arriba) y coeficientes de las variables predictoras de la regresión de la variable dependiente “Mozart” con todos los parámetros acústicos. Se muestran los que sí tienen influencia sobre la variable dependiente.

#### 4.7.5.1.18. Strauss

Al analizar todos los parámetros acústicos para ver cuáles pueden estar relacionados con la puntuación de los estilos en Strauss en la propiocepción, se puede observar en la tabla 4.67, que el centro de gravedad del espectro en el *diminuendo*, las diferencias de energía por bandas (3ª mayor) en el arpeggio, la frecuencia media en el *fortissimo* y la desviación estándar de la frecuencia en el arpeggio tienen una relación directa, aunque con un R<sup>2</sup> corregido bajo.

Los cuatro parámetros relacionados con la puntuación del concierto de Strauss están también vinculados a la ejecución y a la calidad sonora. Al igual que en los otros dos conciertos, la ejecución está ligada a parámetros de la frecuencia, destacando la aparición por primera vez de una medición acústica relacionada con el *fortissimo*. Las mediciones acústicas relacionadas con la calidad sonora son el centro de gravedad del *diminuendo* y la diferencia de energía por bandas en el arpeggio.

Resumen del modelo									
Modelo	R	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> corregida	Error típ. de la estimación	Estadísticos de cambio				
					Cambio en R <sup>2</sup>	Cambio en F	gl1	gl2	Sig. Cambio en F
4	0,418	0,175	0,155	1,307	0,020	4,038	1	165	0,046

Coeficientes <sup>a</sup>						
Modelo		Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.
		B	Error típ.	Beta		
4	(Constante)	0,343	0,834		0,411	0,681
	Spectrum Center Gravity dim	0,400	0,113	0,273	3,547	0,001
	Band Energy Diff (4st) arpegio	0,103	0,042	0,190	2,469	0,015
	F0 Mean (Hz) ff	-0,339	0,109	-0,244	-3,109	0,002
	F0 Std Dev (st) arpegio	-0,490	0,244	-0,160	-2,009	0,046

a. Variable dependiente: Strauss

Tabla 4.67. Resumen del modelo (arriba) y coeficientes de las variables predictoras de la regresión de la variable dependiente “Strauss” con todos los parámetros acústicos. Se muestran los que sí tienen influencia sobre la variable dependiente.

#### 4.7.5.1.19. Dutilleux

Al analizar todos los parámetros acústicos para ver cuáles pueden estar relacionados con la puntuación de los estilos en Dutilleux en la propiocepción, se puede observar en la tabla 4.68, que la desviación estándar de la amplitud en el arpegio, la desviación estándar de la frecuencia en el arpegio, la desviación estándar de la frecuencia en el *pianissimo*, las diferencias de energía por bandas (3<sup>a</sup> mayor) en el arpegio y el *number of voiced frames* en el arpegio tienen una relación directa, aunque con un R<sup>2</sup> corregido bajo.

La sonata de Dutilleux se relaciona con cuatro mediciones acústicas legadas a la ejecución y una a la calidad sonora. Es la primera obra donde además de los parámetros ligados a la frecuencia aparece también la desviación estándar de la amplitud, ligada a la inestabilidad de la intensidad, seguramente relacionados por la gran cantidad de dinámicas que aparecen en la sonata. El parámetro acústico vinculado a la calidad sonora es la diferencia de energías por banda del ejercicio arpegio.

Resumen del modelo									
Modelo	R	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> corregida	Error típ. de la estimación	Estadísticos de cambio				
					Cambio en R <sup>2</sup>	Cambio en F	gl1	gl2	Sig. Cambio en F
5	0,380	0,144	0,118	1,347	0,021	3,990	1	164	0,047

Coeficientes <sup>a</sup>						
Modelo		Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.
		B	Error típ.	Beta		
5	(Constante)	0,517	0,881		0,587	0,558
	Amplitude Std Dev arpegio	-0,527	0,126	-0,339	-4,168	0,000
	F0 Std Dev (st) arpegio	-0,427	0,243	-0,138	-1,755	0,081
	F0 Std Dev (st) pp	-0,267	0,113	-0,183	-2,376	0,019
	Band Energy Diff (4st) arpegio	0,098	0,044	0,177	2,210	0,029
	Voiced Frames arpegio	0,260	0,130	0,147	1,998	0,047

a. Variable dependiente: Dutilleux

Tabla 4.68. Resumen del modelo (arriba) y coeficientes de las variables predictoras de la regresión de la variable dependiente “Dutilleux” con todos los parámetros acústicos. Se muestran los que sí tienen influencia sobre la variable dependiente.

#### 4.7.6. Discusión

Al pedir a oboístas que ejecuten ejercicios con diferentes lengüetas y que las evalúen mientras tocan, se obtiene una gran concordancia en las respuestas para la facilidad de ejecución y de la calidad del sonido (en menor medida) de cada ejercicio, así como para la elasticidad, rigidez y calidad general de cada lengüeta. Sobre todo, se encuentra que esta vez existe una clara influencia del estilo de rebajado en la evaluación interpretativa de la lengüeta, que une la propiocepción muscular con la escucha del oboísta. Se debe destacar la gran significatividad de la influencia del rebajado en las respuestas, que suele ser de  $p < ,01$ , y en algunos casos llega a niveles de significatividad de  $p < ,0000005$  (es decir que sobrepasa la precisión del programa SPSS utilizado) para la evaluación de la flexibilidad, la rigidez, la facilidad de ejecución de los arpegios o de los *legati* (cf. 4.43). Asimismo, los resultados obtenidos en el escalamiento multidimensional sobre las

respuestas dadas por los oboístas (*cf.* figuras 4.88, 4.89, 4.90, 4.91 y 4.92) refuerzan los datos obtenidos, ya que se puede vislumbrar el tipo de rebajado como una de las dimensiones obtenidas, además, el rebajado francés, en general, es el que más suele distinguirse en las diferentes dimensiones, siendo el rebajado americano el que menos se agrupa y distribuyéndose sus lengüetas por todo el rango de cada dimensión.

Cuando se analiza a los oboístas por separado, no se obtiene ninguna explicación de los datos según las escuelas de interpretación, ni para las correlaciones (*cf.* tabla 4.48) ni para las puntuaciones según el estilo de rebajado (*cf.* tabla A.68). Sin embargo, los resultados del escalamiento multidimensional realizado para los oboístas según sus puntuaciones (*cf.* figuras 4.93, 4.94, 4.95 y 4.96) muestra la aparición de una dimensión para la escuela de interpretación alemana.

Finalmente, cuando se comparan las mediciones acústicas con las respuestas propioceptivas dadas por los oboístas, cabe destacar que todas las respuestas relacionadas con la calidad sonora de todos los ejercicios (excepto en el *fortissimo*) están relacionadas con la armonicidad media, un parámetro acústico que se encarga de medir la cantidad de ruido existente en el sonido interpretado. Asimismo, cuando los oboístas evalúan las respuestas globales, en todos los casos excepto en la rigidez, estas respuestas vienen relacionadas con parámetros ligados tanto a la ejecución como a la calidad sonora.

#### **4.7.7. Conclusiones**

Se puede afirmar que el estilo de rebajado tiene una importancia propioceptiva y sensorio-motora muy importante. En primer lugar, los oboístas generan una gran concordancia con sus respuestas, sobre todo a las que hacen referencia a la facilidad y calidad de los ejercicios y a la flexibilidad, rigidez y calidad sonora en general, lo que da a entender que siguen unos patrones para puntuar las diferentes lengüetas. En segundo lugar, además de la concordancia, se observa que en estas mismas valoraciones, influyen considerablemente los diferentes estilos de rebajado. Como se ve en las figuras 4.85, 4.86 y 4.87, todos los ejercicios generan diferencias excepto el *pianissimo* y el *fortissimo*, observando que las lengüetas americanas son las menos apreciadas en cuanto a calidad sonora y las francesas son las consideradas más fáciles de interpretar. Si bien es cierto que no se ha utilizado a ningún oboísta de la escuela americana, cabe remarcar que quizás este

rechazo hacia la sonoridad del estilo de rebajado americano viene dado por la gran diferencia en la forma de rebajar que tiene respecto a los otros dos estilos. Por lo que esto no hace más que corroborar que los estilos de rebajado influyen de forma considerable en la propiocepción.

Se puede concluir que el molde tiene poca influencia en la propiocepción y que aunque el molde 168 genera diferencias, éstas vienen dadas más por su desproporción dentro de las medidas de las lengüetas óptimas para la interpretación del oboe moderno que ningún otro aspecto de propiocepción propiamente dicho.

## **4.8. Experimento de evaluación auditiva**

### **4.8.1. Introducción**

Este experimento intenta averiguar si las evaluaciones de la calidad de sonido de las lengüetas dadas por los oboístas después de la interpretación de los ejercicios son realmente evaluaciones auditivas. Para ello, se diseña un experimento donde cinco oboístas intérpretes, y un oboísta externo, escuchan sus sonidos y los de otros oboístas, puntuando tanto la calidad sonora como la ejecución del sonido interpretado.

Además, se realiza una diferencia entre evaluación auditiva y autoevaluación auditiva, ya que los oboístas van a evaluar sus propios sonidos (autoevaluación) y los sonidos de un representante de la escuela alemana y de la francesa (evaluación).

### **4.8.2. Hipótesis**

Se emite la hipótesis que cuando los oboístas intérpretes evalúan sus propios sonidos a través de un experimento de percepción (evaluación auditiva), no son capaces de puntuar con la misma valoración los ejercicios que ellos mismo han interpretado y los ejercicios escuchados, ya que, a través de la escucha, no consiguen recrear las sensaciones obtenidas en la interpretación.

Asimismo, se emite la hipótesis que los oboístas no van a distinguir por estilos de rebajado ni cuando valoren la ejecución del ejercicio ni cuando valoren la calidad del sonido.

### 4.8.3. Método

Para esta parte del estudio, se utilizan a cinco oboístas que participaron en la grabación y a otro oboísta externo. La evaluación se realiza auditivamente y se escoge el ejercicio *diminuendo* por ser una nota aislada que pone a prueba tanto la flexibilidad como la rigidez de la lengüeta.

Los cinco oboístas escucharon el ejercicio *diminuendo* grabado por ellos mismos, por un oboísta representante de la escuela alemana y por otro de la escuela francesa. Cincuenta y cuatro sonidos fueron evaluados según la calidad de ejecución y la calidad del sonido en una escala del 1 al 7. En este caso, la calidad del sonido no es sinónimo de timbre, en particular porque el sonido y el timbre evolucionan durante un *diminuendo*. La escucha se realizó con auriculares y con los sonidos intercalados, de forma que los diferentes oboístas no sabían qué sonidos estaban evaluando. El representante de la escuela alemana y el oyente externo evaluaron treinta y seis sonidos: los sonidos representativos de la escuela alemana y los de la francesa. El tiempo de duración del test fue aproximadamente de ocho minutos.

Sonido	Calidad de ejecución (1-7)	Calidad del sonido (1-7)	Comentarios
	1	3	Afinació inestable
	1	3	Afinació inestable
	1	2	Afinació alta Afinació inestable
	2	5	Afinació inestable Bon final
	1	4	Afinació inestable

Figura 4.97. Captura de pantalla de la herramienta interactiva desarrollada para el test de evaluación auditiva.

#### 4.8.4. Resultados

##### 4.8.4.1. Concordancia de las respuestas

Se observa en la tabla 4.69, que en el experimento de evaluación auditiva, los oboístas evaluadores son bastante coherentes en sus respuestas cuando evalúan si el ejercicio se ha ejecutado bien o mal ( $\alpha=,803$ ), pero en cambio al igual que pasaba en la propiocepción, cuando puntúan la calidad del sonido, la concordancia de las respuestas es menor provocando que el Alfa de Cronbach tenga valores más bajos ( $\alpha=,568$ ).

Estímulos	Pregunta	Alfa
<i>diminuendo</i> (nota larga)	ejecución	,803
	calidad sonido	,568

Tabla 4.69. Tabla resumen con los análisis de fiabilidad del experimento de evaluación auditiva.

##### 4.8.4.2. Influencia del rebajado

Un ANOVA con medidas repetidas muestra en la tabla 4.70 (*cf.* A.69 y A.70 para más detalle) que los oboístas evaluadores no distinguen por rebajados ni en la ejecución ni en la calidad del sonido. Cabe destacar que la significatividad está en un valor tan alto que demuestra que realmente no hay una influencia del rebajado, aunque se aumente el número de participantes o de muestras.

Origen	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Sig.	Eta al cuadrado parcial
ejecucion-rebajado	1,581	1,973	0,801	0,359	0,696	0,006
calidad sonido-rebajados	2,075	1,824	1,138	0,601	0,535	0,010

Tabla 4.70. Efectos intra-sujetos del ANOVA con medidas repetidas utilizando los datos de Greenhouse-Geisser para las preguntas que evaluaron todos los oboístas (N=6) y todos los sonidos del ejercicio *diminuendo* en función del rebajado de la lengüeta.

Si se realiza un análisis de varianza de las evaluaciones que han hecho los oboístas sobre sus propios ejercicios en función del estilo de rebajado (autoevaluación auditiva) (tabla 4.71, *cf.* A.71 para más detalle) se observa que algunos evaluadores distinguen entre lengüetas sobre todo evaluando sus propios sonidos (esto puede ser debido a que saben claramente el sonido que querían obtener y lo que ha resultado); por ejemplo, el evaluador 6 distingue de forma muy significativa por rebajado, sobre todo en la ejecución ( $p<,001$ ) y el evaluador número 4 también distingue por rebajados en la ejecución, pero no de forma tan significativa ( $p=,038$ ). Estos resultados muestran que hay bastante variabilidad entre evaluadores y tan sólo el evaluador 3 y el 6 son capaces de distinguir la calidad del sonido

por rebajados ( $p=,028$  y  $p=,043$  respectivamente), pero en general no suele haber diferencias significativas.

Se ve pues, que algunos evaluadores son capaces de distinguir entre lengüetas, pero que no parece el criterio fundamental que influencia la ejecución y la calidad del sonido.

oboísta	pregunta	F	Sig.
2	ejecución	,577	,574
	sonido	1,792	,200
3	ejecución	1,037	,379
	sonido	4,559	<b>,028</b>
4	ejecución	4,079	<b>,038</b>
	sonido	,500	,616
6	ejecución	102,900	<b>,000</b>
	sonido	5,073	<b>,043</b>
11	ejecución	2,262	,139
	sonido	3,075	,076

Tabla 4.71. Resumen del análisis de varianza de un factor, para la autoevaluación auditiva de los oboístas en el ejercicio *diminuendo*, dividido por oboístas intérpretes y evaluadores en función del rebajado de la lengüeta.

Al ejecutar un análisis de varianza de un factor con todos los oboístas analizando los sonidos representativos de la escuela alemana (oboísta 3) y francesa (oboísta 7), los resultados muestran que tan sólo se distingue la calidad del sonido de los extractos de la escuela alemana ( $p=,039$ ) (tabla 4.72, *cf.* A.72 para más detalle).

oboísta	pregunta	F	Sig.
3	ejecución	,237	,790
	sonido	3,34	<b>,039</b>
7	ejecución	,073	,929
	sonido	,700	,499

Tabla 4.72. Resumen del análisis de varianza de un factor para la evaluación auditiva del ejercicio *diminuendo* realizado por todos los oboístas para los sonidos de la escuela alemana y francesa, en función del rebajado de la lengüeta.

Si, por el contrario, se elimina la autoevaluación del criterio del análisis y se realiza un análisis de varianza de un factor con todos los oboístas que han evaluado al representante de la escuela alemana (oboísta 3) y al de la escuela francesa (oboísta 7), eliminando la evaluación del oboísta 3 (autoevaluación), se aprecia en la tabla 4.73 (*cf.* A.73 para más detalle) que no existe ninguna diferencia significativa entre los diferentes rebajados de las lengüetas.

oboísta	pregunta	F	Sig.
3	ejecución	,407	,667
	sonido	2,759	,069
7	ejecución	,227	,797
	sonido	,446	,641

Tabla 4.73. Resumen del análisis de varianza de un factor para la evaluación auditiva del ejercicio *diminuendo* realizado por todos los oboístas para los sonidos de la escuela alemana y francesa, en función del rebajado de la lengüeta (excepto el oboísta 3: evitando la autoevaluación).

#### **4.8.5. Análisis de la evaluación auditiva comparada con el análisis acústico**

En este apartado se comparan todas las respuestas de todos los extractos escuchados y puntuados por los oboístas que realizaron el test de evaluación auditiva, para así investigar si el análisis acústico puede explicar los parámetros perceptivos de “ejecución” y “calidad del sonido”. Cabe recordar que en esta ocasión se utilizó a un oboísta externo, que no participó en ningún momento de la grabación (propiocepción).

Para ello, se efectúa una serie de regresiones donde todos los parámetros acústicos se relacionan con algún factor de la ejecución y de la calidad del sonido en la evaluación auditiva.

##### **4.8.5.1. Resultados**

###### **4.8.5.1.1. Ejecución del *diminuendo***

Al analizar todos los parámetros acústicos para ver cuáles pueden estar relacionados con la ejecución en la evaluación auditiva, se puede observar en la tabla 4.77, que aparecen seis parámetros relacionados con la evaluación auditiva: la intensidad (en dB), la diferencia de energía de bandas (5ª justa o 7 semitonos) y el delta de la frecuencia (en Hz), la frecuencia media (en Hz), el centro de gravedad del espectro y la desviación estándar de la amplitud, obteniendo un R<sup>2</sup> corregido bajo.

El R<sup>2</sup> corregido obtenido en esta ocasión es mayor que en la propiocepción (R<sup>2</sup> evaluación auditiva=,264; R<sup>2</sup> evaluación interpretativa=,192).

Resumen del modelo									
Modelo	R	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> corregida	Error típ. de la estimación	Estadísticos de cambio				
					Cambio en R <sup>2</sup>	Cambio en F	gl1	gl2	Sig. Cambio en F
8	0,529	0,280	0,264	1,426	0,021	8,121	1	273	0,005

Coeficientes <sup>a</sup>						
Modelo		Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.
		B	Error típ.	Beta		
8	(Constante)	2,794	0,141		19,784	0,000
	Amplitude Std Dev dim	-1,291	0,453	-0,716	-2,850	0,005
	F0 Mean (Hz) dim	-0,667	0,126	-0,364	-5,289	0,000
	Delta F0 (Hz) dim	-0,624	0,148	-0,242	-4,226	0,000
	Band Energy Diff (7st) dim	-0,181	0,105	-0,095	-1,717	0,087
	Intensity (dB) dim	1,875	0,497	0,831	3,774	0,000
	Spectrum Center Gravity dim	0,494	0,132	0,347	3,739	0,000

a. Variable dependiente: ejecucion

Tabla 4.74. Resumen del modelo (arriba) y coeficientes de las variables predictoras de la regresión de la variable dependiente “ejecución en la evaluación auditiva del *diminuendo*” con todos los parámetros acústicos. Se muestran los que sí tienen influencia sobre la variable dependiente.

#### 4.8.5.1.2. Calidad sonora del *diminuendo*

Cuando se analizan los parámetros acústicos relacionados con la calidad sonora de la evaluación auditiva, se observa en la tabla 4.75 que la intensidad (en dB), la desviación estándar de la amplitud, la frecuencia media (en Hz) y el delta de la frecuencia (en Hz) son los parámetros más influyentes. Cabe destacar que el delta de la frecuencia (en Hz) es un parámetro que poco tiene que ver con la calidad del sonido, sino más bien con la ejecución. El R<sup>2</sup> corregido obtenido es más alto que en la propiocepción (R<sup>2</sup> evaluación auditiva=,252; R<sup>2</sup> evaluación interpretativa=,108).

Resumen del modelo									
Modelo	R	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> corregida	Error típ. de la estimación	Estadísticos de cambio				
					Cambio en R <sup>2</sup>	Cambio en F	gl1	gl2	Sig. Cambio en F
4	0,502	0,252	0,242	1,291	0,012	4,585	1	275	0,033

Coeficientes <sup>a</sup>						
Modelo		Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.
		B	Error típ.	Beta		
4	(Constante)	2,970	0,124		23,942	0,000
	Intensity (dB) dim	3,605	0,402	1,793	8,968	0,000
	Amplitude Std Dev dim	-2,496	0,324	-1,553	-7,706	0,000
	F0 Mean (Hz) dim	-0,299	0,095	-0,183	-3,158	0,002
	Delta F0 (Hz) dim	-0,285	0,133	-0,124	-2,141	0,033

a. Variable dependiente: sonido

Tabla 4.75. Resumen del modelo (arriba) y coeficientes de las variables predictoras de la regresión de la variable dependiente “calidad del sonido en la evaluación auditiva del *diminuendo*” con todos los parámetros acústicos. Se muestran los que sí tienen influencia sobre la variable dependiente.

#### 4.8.6. Discusión

Después del análisis de los resultados se observa que la evaluación auditiva no genera diferencias por estilos de rebajado, tan solo aparecen diferencias puntuales para algunos oboístas, sobre todo cuando evalúan sus ejercicios interpretados (autoevaluación auditiva, *cf.* tabla 4.71), por lo que se vuelve a corroborar los resultados obtenidos en el experimento preliminar y principal sobre la percepción tímbrica: los diferentes estilos de rebajado no provocan diferencias significativas en la percepción de los oyentes, sean oboístas, músicos no oboístas u oboístas intérpretes.

Por otra parte, es importante remarcar que cuando se comparan las mediciones acústicas con la calidad del sonido en la evaluación auditiva, todos los parámetros acústicos relacionados poco tienen que ver con la calidad del sonido, sino más bien con la ejecución, por lo que todo parece indicar que los oboístas no saben distinguir entre calidad sonora y ejecución interpretativa.

#### **4.8.7. Conclusiones**

Se afirma que los diferentes estilos de rebajado no influyen cuando los oboístas escuchan sus propios sonidos o cuando los comparan con los de otro oboísta y aunque hay algún oboísta que puede distinguir entre lengüetas, sobre todo en la ejecución, aparece la paradoja que este mismo oboísta no es capaz de distinguir entre lengüetas cuando interpreta, por lo que seguramente debe entender dos cosas diferentes cuando puntúa la misma acción.

### **4.9. Comparación de la evaluación interpretativa y la autoevaluación auditiva**

Después del análisis de las respuestas de los oboístas en el momento de la grabación (evaluación interpretativa) y las respuestas de algunos de estos oboístas cuando escuchaban sus sonidos y los de un representante de la escuela alemana y francesa (autoevaluación auditiva), se analiza si existe alguna relación entre las respuestas dadas por los oboístas en propiocepción y las que daban cuando escuchaban sus propios sonidos.

#### **4.9.1. Resultados**

##### **4.9.1.1. Correlaciones**

Para poder comparar los resultados obtenidos de las respuestas de los oboístas en la autoevaluación auditiva y la evaluación interpretativa, se relacionan la ejecución en la autoevaluación auditiva (a partir de ahora ejecución perceptiva) con la facilidad de la propiocepción y la calidad del sonido en la autoevaluación auditiva (a partir de ahora sonido perceptivo) con la calidad propioceptiva.

En la tabla 4.76 se observan los resultados de los cinco oboístas que han realizado tanto la propiocepción como la autoevaluación auditiva. Así pues, mientras que la ejecución perceptiva está muy correlacionada tanto con el sonido perceptivo como con los dos factores de calidad y ejecución propioceptivos, el sonido perceptivo sólo se correlaciona con la ejecución perceptiva, pero para nada con ninguno de los factores de propiocepción de ejecución y sonido. Y algo parecido ocurre con la propiocepción: la facilidad y la calidad del ejercicio propioceptivo están muy correlacionados con la

facilidad y calidad propioceptiva respectivamente y con la ejecución perceptiva, pero no lo están para el sonido perceptivo. Esto quiere decir que cuando los oboístas puntúan si un ejercicio está bien o mal ejecutado, tanto perceptiva como propioceptivamente, tienen claro qué es lo que están puntuando; mientras que al ser preguntados por la calidad sonora, en uno u otro caso, no parecen ponerse de acuerdo con ellos mismos, por lo que o no tienen claro qué se les está preguntando en cada momento o no son capaces de establecer un patrón para la evaluación del sonido. Sin embargo, en la tabla 4.77, se pueden comparar estas mismas respuestas separadas por oboístas y, como se aprecia en los resultados, tan sólo el oboísta 3 es capaz de relacionar las dos cualidades sonoras juntas: la calidad del *diminuendo* y el sonido perceptivo del *diminuendo*.

Otro dato que sobresale es que no existe tampoco una correlación cuando los oboístas puntúan en la propiocepción el timbre de la lengüeta con la que acaban de interpretar y cuando contestan por la calidad del sonido al autoevaluarse (cf. tabla 4.76). Es decir, los oboístas no relacionan, en este caso, timbre con calidad sonora ( $p=,549$ ). Esto puede deberse a que las puntuaciones dadas para el timbre engloban los cinco ejercicios interpretados: arpeggio, *legato*, *diminuendo*, *pianissimo* y *fotissimo*, mientras que la calidad sonora perceptiva es sólo del ejercicio *diminuendo*.

Correlaciones										
		ejecucion perc	sonido perc	dimF	dimQ	global: equilibrio	global: flexibilidad	global: rigidez	global: timbre	global
ejecucion perc	Corr.	1	<b>,691**</b>	<b>,349**</b>	<b>,278*</b>	0,195	,425**	-,284**	0,133	0,204
	Sig.		0,000	0,001	0,012	0,079	0,000	0,010	0,233	0,066
sonido perc	Corr.	<b>,691**</b>	1	0,041	0,076	0,142	,219*	-,250*	<b>0,067</b>	0,109
	Sig.	0,000		0,717	0,498	0,204	0,049	0,024	0,549	0,330
**. La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).										
*. La correlación es significativa al nivel 0,05 (bilateral).										

Tabla 4.76. Correlación de Pearson y significatividad bilateral (N=82 para la ejecución perceptiva y el sonido perceptivo y N=180 para el resto los casos) comparando las preguntas de la evaluación externa con las de propiocepción, para el ejercicio *diminuendo* y sólo para los oboístas que realizan la autoevaluación.

4. Estudio principal: percepción tímbrica, estudio acústico y evaluación interpretativa y auditiva

Correlaciones						
oboísta			ejecucion perc	sonido perc	dimF	dimQ
ob. 2	ejecucion perc	Corr.	1	,592**	,693**	,554*
		Sig.		0,010	0,001	0,017
	sonido perc	Corr.	,592**	1	0,320	0,385
		Sig.	0,010		0,195	0,114
	dimF	Corr.	,693**	0,320	1	,702**
		Sig.	0,001	0,195		0,001
ob. 3	ejecucion perc	Corr.	1	,582*	,664**	0,359
		Sig.		0,011	0,003	0,143
	sonido perc	Corr.	,582*	1	0,458	<b>,558*</b>
		Sig.	0,011		0,056	0,016
	dimF	Corr.	,664**	0,458	1	,762**
		Sig.	0,003	0,056		0,000
ob. 4	ejecucion perc	Corr.	1	,533*	-0,024	0,078
		Sig.		0,023	0,924	0,758
	sonido perc	Corr.	,533*	1	-0,046	-0,073
		Sig.	0,023		0,858	0,772
	dimF	Corr.	-0,024	-0,046	1	,885**
		Sig.	0,924	0,858		0,000
ob. 6	ejecucion perc	Corr.	1	0,357	,867**	0,572
		Sig.		0,311	0,001	0,084
	sonido perc	Corr.	0,357	1	0,092	0,170
		Sig.	0,311		0,800	0,639
	dimF	Corr.	,867**	0,092	1	,653**
		Sig.	0,001	0,800		0,003
ob. 11	ejecucion perc	Corr.	1	,709**	-0,172	-0,049
		Sig.		0,001	0,496	0,848
	sonido perc	Corr.	,709**	1	-0,451	-0,233
		Sig.	0,001		0,060	0,352
	dimF	Corr.	-0,172	-0,451	1	,622**
		Sig.	0,496	0,060		0,006
**. La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).						
*. La correlación es significativa al nivel 0,05 (bilateral).						

Tabla 4.77. Correlación de Pearson y significatividad bilateral (N=18 en todos los casos, excepto para el oboísta 6 N=10) comparando las preguntas de la evaluación externa con las de propiocepción, para el ejercicio *diminuyendo* y sólo para los oboístas que realizan la autoevaluación de forma individualizada.

## **4.9.2. Análisis de la autoevaluación auditiva comparada con el análisis acústico**

Después de haber analizado la autoevaluación auditiva en los oboístas, se quiere averiguar si existe algún parámetro acústico que pueda explicar tanto la ejecución como la calidad sonora del ejercicio *diminuendo*.

Para ello, se realiza una serie de regresiones donde todos los parámetros acústicos se relacionan con las puntuaciones de ejecución y calidad del *diminuendo* que dieron los oboístas al escuchar sus propios sonidos.

Además, se analizan y se comparan con la autoevaluación auditiva, los parámetros acústicos relacionados con la evaluación interpretativa del ejercicio *diminuendo*, pero en esta ocasión, en vez de utilizar a todos los oboístas como en el punto 4.7.5.1.5 y 4.7.5.1.6, sólo se analizan las respuestas de los cinco oboístas que han realizado tanto la evaluación interpretativa como la autoevaluación auditiva.

### **4.9.2.1. Resultados**

#### **4.9.2.1.1. Ejecución del *diminuendo***

Al analizar todos los parámetros acústicos para ver cuáles pueden estar relacionados con la ejecución en la autoevaluación auditiva, se puede observar en la tabla 4.78, que ésta viene explicada por cuatro parámetros acústicos: la intensidad (en dB), la diferencia de energía de bandas (3ª mayor), el delta de la frecuencia (en Hz) y la desviación estándar de la amplitud media, obteniendo un  $R^2$  corregido bajo ( $R^2=316$ ).

Cabe destacar que el delta de la frecuencia y la intensidad son dos parámetros acústicos muy ligados a la ejecución del *diminuendo* y que la diferencia de energía de bandas es una medición basada más en la calidad sonora que en la ejecución.

Si se comparan las regresiones de la evaluación interpretativa (tabla 4.78b) y de la autoevaluación auditiva (tabla 4.78), se observa que mientras la evaluación auditiva está explicada por varios parámetros acústicos, la facilidad del *diminuendo* en la evaluación interpretativa sólo viene explicada por el delta de la frecuencia, obteniendo un  $R^2$  corregido mucho menor que en la autoevaluación auditiva ( $R^2=,053$ ).

Resumen del modelo						
Modelo	R	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> corregida	Error típ. de la estimación		
4	0,592	0,35	0,316	1,443		

Coeficientes <sup>a</sup>						
Modelo		Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.
		B	Error típ.	Beta		
4	(Constante)	3,022	0,180		16,799	0,000
	Intensity dim (dB)	1,570	0,443	0,912	3,547	0,001
	Band Energy Diff (4st) dim	-0,600	0,185	-0,330	-3,249	0,002
	F0 Delta (Hz) dim	-0,589	0,270	-0,211	-2,182	0,032
	Amplitude Std Dev media	-1,043	0,494	-0,548	-2,109	0,038

a. Variable dependiente: ejecucion prop/perc

Tabla 4.78. Resumen del modelo (arriba) y coeficientes de las variables predictoras de la regresión de la variable dependiente “ejecución en la autoevaluación auditiva del *diminuendo*” con todos los parámetros acústicos. Se muestran los que sí tienen influencia sobre la variable dependiente.

Resumen del modelo						
Modelo	R	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> corregida	Error típ. de la estimación		
1	0,254	0,065	0,053	1,492		

Coeficientes <sup>a</sup>						
Modelo		Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.
		B	Error típ.	Beta		
1	(Constante)	3,733	0,171		21,827	0,000
	F0 Delta (Hz) dim	-0,623	0,265	-0,254	-2,353	0,021

a. Variable dependiente: dimF

Tabla 4.78b. Resumen del modelo (arriba) y coeficientes de las variables predictoras de la regresión de la variable dependiente “facilidad del *diminuendo*” con todos los parámetros acústicos para los cinco oboístas que han realizado la autoevaluación auditiva. Se muestran los que sí tienen influencia sobre la variable dependiente.

Si además se realiza una regresión para la ejecución de la autoevaluación auditiva del *diminuendo* separando los datos por los diferentes oboístas, para así poder determinar qué parámetro acústico influye de manera directa en cada uno para sus respuestas autoevaluadoras, se aprecia en la tabla 4.79, que los únicos oboístas que obtienen alguna explicación acústica son el oboísta 6 y el 11. Mientras que las respuestas del oboísta 6 están directamente relacionadas sólo con el parámetro acústico armonicidad media y obtiene un R<sup>2</sup> corregido bastante alto (R<sup>2</sup>=,591), el oboísta 11 explica sus respuestas

relacionándolas con la diferencia de frecuencia (en Hz) y la armonicidad media, obteniendo un  $R^2$  corregido un poco más bajo que el oboísta 6 ( $R^2=,407$ ). No obstante, cabe destacar que la armonicidad media es un parámetro acústico ligado a la calidad del sonido y no a la ejecución interpretativa.

Resumen del modelo										
Oboísta	Modelo	R	$R^2$	$R^2$ corregida	Error típ. de la estimación	Estadísticos de cambio				
						Cambio en $R^2$	Cambio en F	gl1	gl2	Sig. Cambio en F
6	1	0,798	0,637	0,591	1,175	0,637	14,028	1	8	0,006
11	2	0,691	0,477	0,407	1,691	0,210	6,021	1	15	0,027

Coeficientes <sup>a,b</sup>							
Oboísta	Modelo		Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.
			B	Error típ.	Beta		
6	1	(Constante)	0,233	0,687		0,339	0,743
		Dim Z Harmonicity Mean	2,761	0,737	0,798	3,745	0,006
11	2	(Constante)	3,731	0,445		8,388	0,000
		Dim Z Harmonicity Mean	-1,933	0,788	-0,550	-2,454	0,027
		Dim Z F0 Delta (Hz)	-4,121	1,125	-0,821	-3,664	0,002

a. No hay casos válidos en uno o más archivos de segmentación. No se pueden calcular los estadísticos.  
 b. Variable dependiente: ejecucion prop/perc

Tabla 4.79. Resumen del modelo (arriba) y coeficientes de las variables predictoras de la regresión de la variable dependiente “ejecución en la autoevaluación auditiva del *diminuendo*” con todos los parámetros acústicos separados por oboístas. Se muestran los que sí tienen influencia sobre la variable dependiente.

#### 4.9.2.1.2. Calidad sonora del *diminuendo*

La calidad de la autoevaluación auditiva del *diminuendo* consigue explicarse con tres variables acústicas (tabla 4.80): la intensidad (en dB), la desviación estándar de la amplitud y la diferencia de energía de bandas (5ª justa o 7 semitonos), obteniendo un  $R^2$  corregido alto ( $R^2=,587$ ).

Ninguno de los tres parámetros acústicos relacionados con la calidad sonora en la autoevaluación auditiva coinciden con la calidad del *diminuendo* en la propiocepción. Es más, sólo uno de los tres parámetros, la diferencia de energía de bandas, está ligado con la calidad sonora, ya que tanto la intensidad como su desviación estándar se relacionan con la ejecución. Asimismo, la calidad del *diminuendo* en la propiocepción sólo está explicada según el delta de la frecuencia (al igual que la facilidad del *diminuendo* propioceptivo), un parámetro que está ligado a la ejecución interpretativa y no a la valoración de la calidad

sonora, obteniendo un  $R^2$  corregido mucho más bajo que en la autoevaluación auditiva ( $R^2=,095$ ).

Resumen del modelo				
Modelo	R	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> corregida	Error típ. de la estimación
3	0,776	0,602	0,587	1,150

Coeficientes <sup>a</sup>						
Modelo		Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.
		B	Error típ.	Beta		
3	(Constante)	3,195	0,140		22,797	0,000
	Intensity (dB) dim	2,646	0,480	1,499	5,518	0,000
	Amplitude Std Dev dim	-1,373	0,449	-0,835	-3,055	0,003
	Band Energy Diff (7st) dim	-0,388	0,140	-0,208	-2,775	0,007

a. Variable dependiente: sonido prop/perc

Tabla 4.80. Resumen del modelo (arriba) y coeficientes de las variables predictoras de la regresión de la variable dependiente “calidad sonora en la autoevaluación auditiva del *diminuendo*” con todos los parámetros acústicos. Se muestran los que sí tienen influencia sobre la variable dependiente.

Resumen del modelo				
Modelo	R	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> corregida	Error típ. de la estimación
1	0,326	0,106	0,095	1,389

Coeficientes <sup>a</sup>						
Modelo		Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.
		B	Error típ.	Beta		
1	(Constante)	2,771	0,159		17,399	0,000
	F0 Delta (Hz) dim	-0,760	0,246	-0,326	-3,084	0,003

a. Variable dependiente: dimQ

Tabla 4.80b. Resumen del modelo (arriba) y coeficientes de las variables predictoras de la regresión de la variable dependiente “calidad del *diminuendo*” con todos los parámetros acústicos para los cinco oboístas que han realizado la autoevaluación auditiva. Se muestran los que sí tienen influencia sobre la variable dependiente.

### **4.9.3. Discusión**

Cuando los oboístas puntúan si un ejercicio está bien o mal realizado, tanto interpretativa como auditivamente, las respuestas están correlacionadas, dando a entender que saben exactamente qué están valorando en cada ocasión.

Sin embargo, cuando se analiza la relación entre calidad sonora interpretativa y auditiva e incluso cuando se correlaciona con el timbre (tabla 4.76), se observa que no existe una relación directa entre estos parámetros y que tan sólo un oboísta (tabla 4.77) es capaz de correlacionar el timbre interpretativo con el auditivo, pero no con el timbre en general. Paradójicamente, incluso para la evaluación interpretativa del “timbre”, se obtiene una significatividad de  $p=,0001$ , por consiguiente, se puede afirmar que lo que el oboísta llama “timbre” mientras está probando una lengüeta no tiene mucho que ver con el timbre definido por la psicoacústica o el timbre de la escucha reducida definida por Schaeffer (1977).

Al realizar la comparación de los parámetros acústicos que explican la evaluación interpretativa y la autoevaluación auditiva, los resultados muestran que, tanto en la ejecución como en la calidad sonora, la autoevaluación auditiva obtiene un  $R^2$  corregido mayor que la evaluación interpretativa, dando a entender que cuando a los oboístas se les pide que puntúen en la audición centran su atención en más aspectos auditivos que cuando están sólo interpretando.

Además, al igual que ocurría con la evaluación auditiva, cuando los oboístas puntúan la calidad de sonido en la autoevaluación auditiva, sólo uno de los tres parámetros, la diferencia de energía de bandas, está ligado con la calidad sonora, por lo que todo parece indicar que los oboístas privilegian la ejecución interpretativa, quizás por hábito de profesores o intérpretes, o quizás porque la información sonora no permite realmente distinguir entre calidades de sonido. Se ha demostrado en dos experimentos previos que los oyentes no distinguen auditivamente el timbre de las muestras sonoras de diferentes estilos de rebajado, y puede que tampoco exista una información sonora que permita distinguir la calidad del sonido.

En el “timbre propioceptivo” no se trata solamente de escucha causal (Schaeffer, 1977), es decir, de intentar dilucidar lo que ha causado el sonido, sino de ser la propia

fuelle del sonido. Esto puede explicar que los tratados y manuales de oboe insistan tanto sobre la importancia del rebajado en el “timbre”, ya que es algo que los oboístas aprecian al interpretar con diferentes lengüetas, y se puede pensar que en este caso los oboístas se refieren a la capacidad de producir sonidos de calidad homogénea en los diferentes registros y con diferentes intensidades, sin tener irregularidades en la producción sonora.

#### **4.9.4. Conclusiones**

Se puede afirmar que cuando los oboístas puntúan interpretativamente la calidad sonora y el timbre, están teniendo en cuenta más el comportamiento global de las lengüetas y la conexión de éstas con ellos mismos que la evaluación puramente auditiva de los ejercicios interpretados.

En resumen, se concluye que existe una gran importancia del estilo de rebajado para el intérprete en el momento de ejecutar ejercicios precisos, ya que tiene una influencia marcada en la elasticidad y rigidez de la lengüeta y en su comportamiento global, pero esta importancia no se encuentra en el timbre o en el sonido producido, a pesar de la insistencia que tienen los teóricos e intérpretes del oboe en afirmar que los diferentes estilos de rebajado provocan cambios en el timbre.

## **5. *Discusión general y conclusiones***

## **5.1. Discusión general**

### **5.1.1. Percepción tímbrica**

En el experimento preliminar se ha podido ver cómo los diferentes estilos de rebajado no influyen de forma significativa en la percepción de los oyentes. Es más, los resultados obtenidos, sobre todo del escalamiento multidimensional (*cf.* figura 3.13) muestran que en las frases largas, es decir en los estímulos complejos, los oyentes sí son capaces de asociar los diferentes sonidos, pero no bajo el estilo de rebajado, sino según los diferentes ataques de interpretación y según los diferentes oboístas. Este experimento muestra, además, que los oyentes oboístas no tienen un patrón de escucha diferente a los oyentes no oboístas.

Por otra parte, en el experimento principal, se aumentaron el número de lengüetas (de seis a dieciocho), las variables en la confección de éstas (además del rebajado, el molde y el grosor) y el número de oboístas (de dos a diez), para así poder realizar los experimentos de percepción tímbrica de forma más fina y con un mayor número de muestras. Además, las variables que afectan a la construcción de las lengüetas fueron controladas desde el principio al seleccionar los tubos directamente para la fabricación de las palas, de forma que de estos tubos se obtenían tres palas, una para cada estilo de rebajado.

Así pues, los resultados muestran que en ninguna de las dos tareas realizadas en el experimento principal, los oyentes son capaces de discriminar el timbre de los diferentes estilos de rebajado de las lengüetas, de los moldes o de los grosores utilizados, corroborándose los resultados de Russell (1953) (citado por Fitzgerald, 2003) que consideraba que la combinación del intérprete, del tipo de lengüeta y del instrumento utilizado era lo que hacía diferenciar a los oyentes los timbres en las interpretaciones oboísticas. Es más, mientras que en la primera tarea sólo había un instrumentista, en la segunda se introdujeron hasta cinco oboístas diferentes, siendo este parámetro el único que fueron capaces de discriminar los oyentes, confirmándose los resultados de Snitkin (1975) (citado por Fitzgerald, 2003) que concluyó que las características de calidad de sonido de cada oboísta eran más perceptibles para el oyente que las propiedades de la lengüeta.

### **5.1.2. Estudio acústico**

Los resultados muestran en el experimento preliminar que las diferencias intrínsecas de cada lengüeta predominan en las mediciones acústicas realizadas. Si bien es cierto que en las mediciones del timbre (Kurtosis y Skewness) aparecen diferencias según el estilo de rebajado (*cf.* punto 3.5.3.8) con una distribución de la energía espectral en la parte grave y media y unos formantes más marcados para las lengüetas alemanas, correspondiéndose a su timbre grave y apagado, como norma general, la lengüeta alemana 2 se diferencia del resto de lengüetas y las lengüetas francesa 2 y americana 2 se parecen más entre sí que entre las lengüetas de su misma escuela.

Al realizar las mediciones acústicas en el experimento principal, los resultados muestran que el estilo de rebajado influye en todos los parámetros acústicos estudiados, aunque el oboísta es el factor que más influye, con excepción de la frecuencia media.

Así pues, en las mediciones acústicas de la afinación y su estabilidad se observa que el rebajado americano es el que mayor frecuencia media obtiene respecto al alemán y al francés (*cf.* figura 4.19) siendo el rebajado alemán el más estable y el francés el más inestable (*cf.* figura 4.27). La figura 5.1 resume las mediciones de la frecuencia media y de la desviación estándar obtenidas por todas las lengüetas. En ella se puede observar que las lengüetas francesas con el molde 168 son las que mayor inestabilidad producen en la afinación y, por consiguiente, las que menor frecuencia media obtienen, siendo las alemanas las más estables en afinación y las americanas las que mayor frecuencia media logran, confirmándose así los resultados obtenidos en el análisis de datos. Cabe recordar, que el molde 168 se eliminó de los análisis de la frecuencia y su estabilidad porque provocaba efectos demasiado contrarios a la media por sus características constructivas (*cf.* punto 4.6.1); en la figura 5.1 puede observarse cómo las dos lengüetas francesas con el molde 168 son las que se desvían considerablemente de la media, tal y como ocurría en las figuras 4.16, 4.17 y 4.18. Al contrario de lo que sucedía en el experimento preliminar, estas diferencias de afinación no se deben a las particularidades de las lengüetas, sino que son los estilos de rebajado los que provocan estas diferencias (*cf.* figura 4.28).

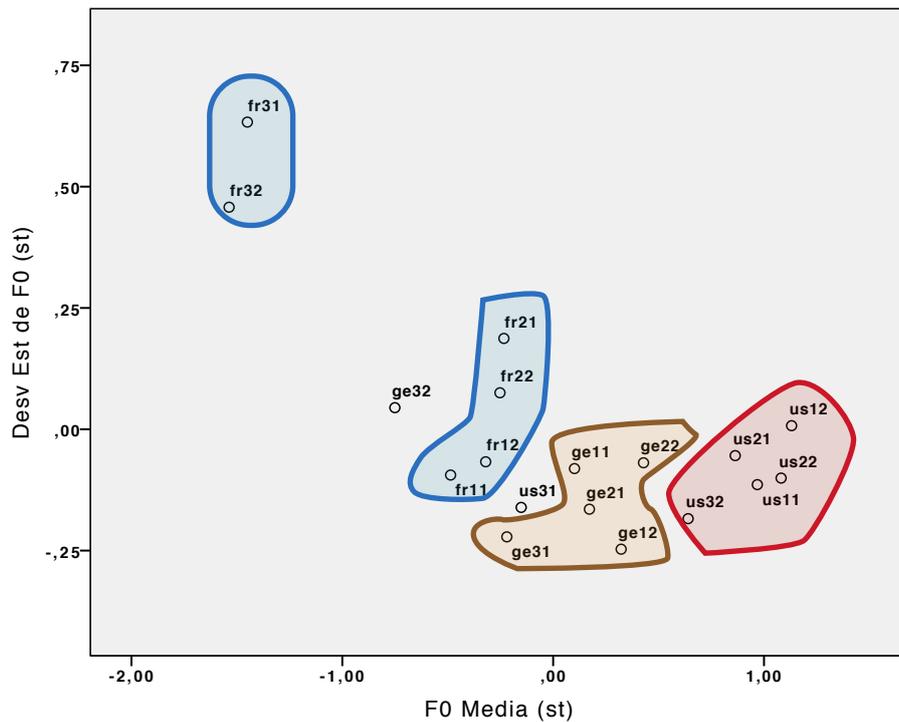


Figura 5.1. Medias de la frecuencia media (en semitonos) y la desviación estándar de la frecuencia (en semitonos) para todas las lengüetas. Las dos primeras letras hacen referencia al rebajado (fr=francés; ge=alemán; us=americano). El primer número hace referencia al molde (1=21; 2=107; 3=168) y el segundo número al grosor (1=57 mm; 2=59 mm).

Los resultados de las mediciones acústicas referentes a la intensidad y su estabilidad presentan a las lengüetas francesas como las que menor intensidad obtienen (*cf.* figura 4.34) y las que mayor estabilidad en la intensidad logran (*cf.* figura 4.41). La figura 5.2 resume las mediciones de la intensidad y la desviación estándar de la amplitud. Se observa que la lengüeta que mayor intensidad consigue es la americana con molde 21 y grosor 59 mm, siendo una de las más inestables, sólo superada por la alemana con molde 21 y grosor 59 mm. Así pues, como norma general, las francesas suelen ser las que menor intensidad consiguen, pero estas mediciones acústicas sí están influenciadas por las particularidades de las lengüetas, más que por la escuela de rebajado (*cf.* figura 4.35)

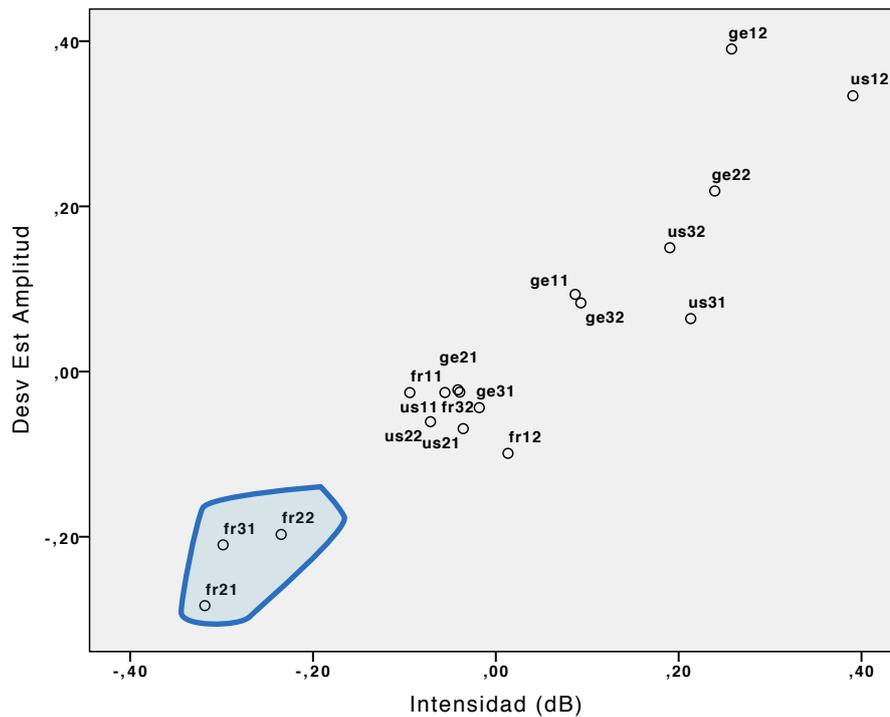


Figura 5.2. Medias de la intensidad (en dB) y la desviación estándar de la amplitud para todas las lengüetas. Las dos primeras letras hacen referencia al rebajado (fr=francés; ge=alemán; us=americano). El primer número hace referencia al molde (1=21; 2=107; 3=168) y el segundo número al grosor (1=57 mm; 2=59 mm).

Las mediciones acústicas de la armonicidad y su estabilidad evidencian que las lengüetas alemanas son las más armónicas (*cf.* figura 4.48) y las francesas las más inestables, ya que son las que mayores desviaciones armónicas producen (*cf.* figura 4.52). La figura 5.3 resume estas mediciones acústicas y muestra cómo las lengüetas alemanas y americanas son las más armónicas, en especial sobresale la alemana con molde 107 y grosor 57 mm, y las francesas son las que mayor desviación de la armonicidad obtienen. Cabe destacar que tanto para la armonicidad como para la desviación estándar de ésta, los resultados no se deben a las particularidades de las lengüetas, sino a las escuelas de rebajado (*cf.* figura 4.53).

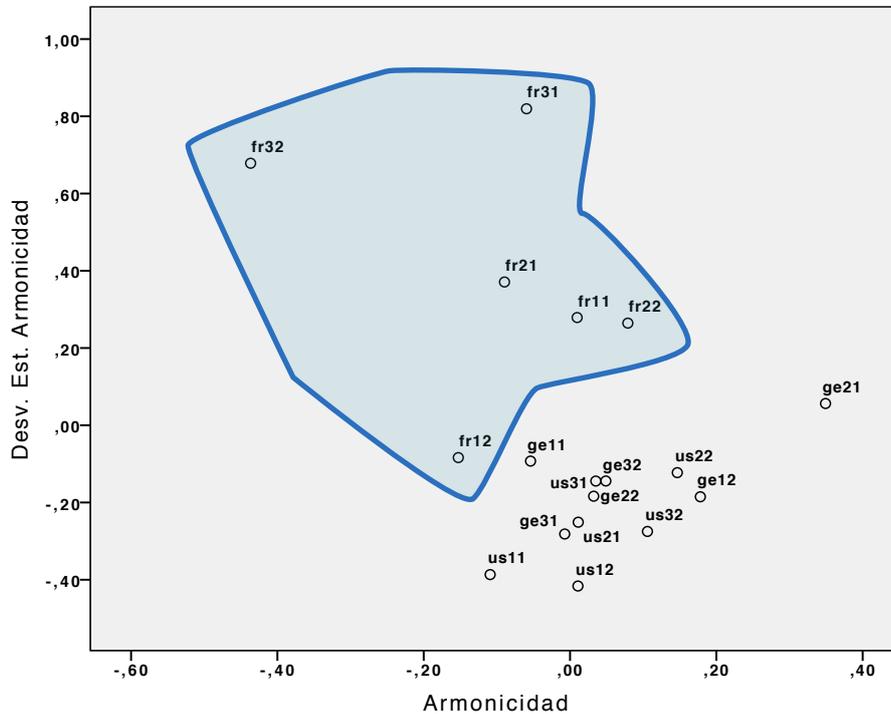


Figura 5.3. Medias de la armonicidad y la desviación estándar de la armonicidad para todas las lengüetas. Las dos primeras letras hacen referencia al rebajado (fr=francés; ge=alemán; us=americano). El primer número hace referencia al molde (1=21; 2=107; 3=168) y el segundo número al grosor (1=57 mm; 2=59 mm).

Los resultados de los parámetros relativos al timbre revelan que las lengüetas francesas son las que menor diferencia de energía por bandas obtienen creando un sonido con menos cuerpo que las alemanas y las americanas (*cf.* figura 4.56). Además, las lengüetas americanas consiguen un centro espectral más agudo que indica un espectro más rico en frecuencias agudas o un sonido más brillante, mientras que las francesas obtienen un sonido más apagado, ya que tienen el centro de gravedad con poca energía en la parte aguda del espectro (*cf.* figura 4.61). La figura 5.4 resume las mediciones de los parámetros relativos al timbre y confirma los resultados obtenidos en los análisis, destacando la lengüeta americana con molde 21 y grosor 59 mm como la lengüeta con más cuerpo y más rica en frecuencias agudas.

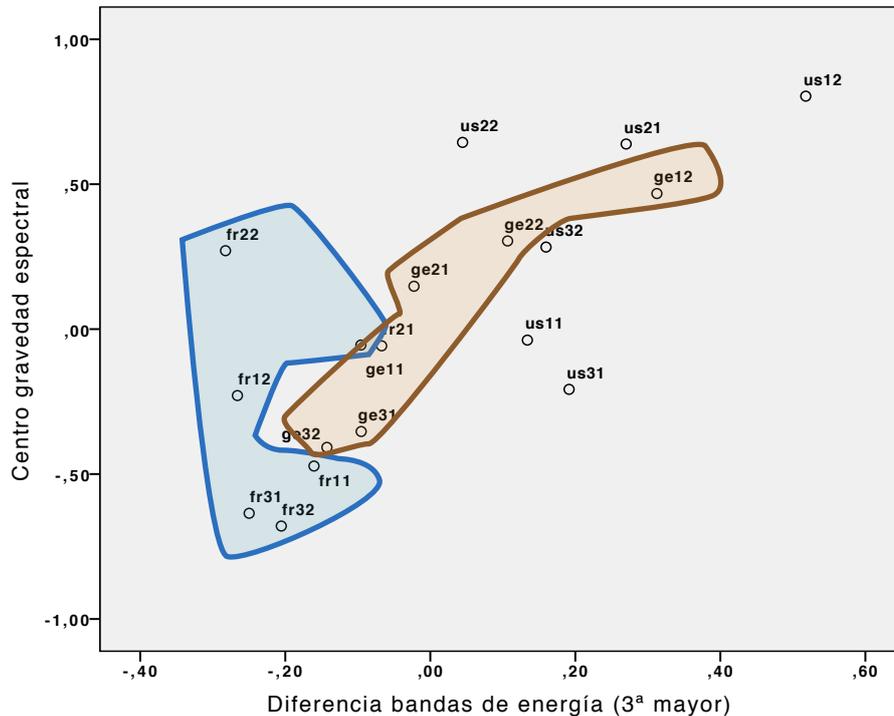


Figura 5.4. Medias de la diferencia de bandas de energía (3ª mayor) y el centro de gravedad espectral para todas las lengüetas. Las dos primeras letras hacen referencia al rebajado (fr=francés; ge=alemán; us=americano). El primer número hace referencia al molde (1=21; 2=107; 3=168) y el segundo número al grosor (1=57 mm; 2=59 mm).

Por otra parte, los resultados que analizan las dimensiones físicas de las lengüetas están relacionados con las características atribuidas a los diferentes estilos de rebajado. Así pues, los análisis realizados demuestran que la relación entre el grosor de la punta y la superficie de rebajado tienen una influencia en las mediciones acústicas de la frecuencia y su estabilidad (*cf.* tabla 4.3b, 4.4b y 4.5b). Para las mediciones de la intensidad y su estabilidad son más influyentes los componentes de la parte de atrás de las lengüetas que los grosores individuales de la punta (*cf.* tabla 4.6b y 4.7b). Y en las mediciones del timbre, influye más la superficie del rebajado en general que las medidas individuales tanto de la punta como del corazón o de la parte de atrás (*cf.* tabla 4.10b y 4.11b).

Finalmente, el molde y el grosor también influyen en las mediciones acústicas realizadas. La superficie de vibración de las lengüetas depende, además de la forma del rebajado, de su contorno externo, contorno que le aporta los diferentes moldes existentes. Así pues, la superficie de vibración es muy importante para la realización de los diferentes ejercicios, por lo que el análisis de datos muestra que el molde influye en todos los parámetros excepto en la frecuencia (al haber eliminado el molde 168 por la gran diferencia que provoca respecto a los otros dos moldes utilizados). Sin embargo, el grosor

influye en la cantidad de madera restante en las lengüetas después de haber sido rebajadas, por lo que una lengüeta con un grosor de 57 mm tendrá una superficie de vibración más delgada que otra lengüeta con un grosor de 59 mm. Así pues, el análisis de datos demuestra que el grosor influye en menor medida que el rebajado, los oboístas y el molde, siendo el grosor 59 mm el más rico en el sonido producido y el que mayor estabilidad ofrece en la afinación y en la intensidad.

### **5.1.3. Evaluación interpretativa y auditiva**

El estudio de la evaluación interpretativa y auditiva se propone para el experimento principal a raíz de los resultados obtenidos en el experimento preliminar y principal sobre la percepción tímbrica. Es decir, si los tratados del oboe y los oboístas en general afirman que los diferentes tipos de rebajado influyen en el timbre del oboe (*cf.* punto 1.1.3) y los resultados perceptivos de esta tesis indican lo contrario, cabe estudiar si lo que los oboístas consideran un cambio de timbre no es sino una sensación propioceptiva de las diferentes lengüetas a la hora de interpretar.

Los resultados muestran que en la evaluación interpretativa los oboístas obtienen una gran concordancia en las respuestas para la facilidad de ejecución, calidad del sonido, flexibilidad, rigidez y calidad general de cada lengüeta. Cabe destacar que en esta ocasión, las diferentes escuelas de rebajado sí influyen de forma significativa en las puntuaciones sobre la flexibilidad, la rigidez, la facilidad de ejecución de los arpeggios y de los *legati* (*cf.* 4.43) y el escalamiento multidimensional realizado sobre las respuestas dadas por los oboístas (*cf.* figuras 4.88, 4.89, 4.90, 4.91 y 4.92) corroboran la influencia de las escuelas de rebajado en las puntuaciones, ya que se puede vislumbrar el tipo de rebajado como una de las dimensiones obtenidas. Además, cuando se analizan las respuestas de los oboístas por separado, el escalamiento multidimensional muestra la aparición de una dimensión para la escuela de interpretación alemana (*cf.* figuras 4.93, 4.94, 4.95 y 4.96), siendo la facilidad de la ejecución el parámetro puntuado donde mejor puede apreciarse esta dimensión (RSQ=90%).

Si se realiza un gráfico donde se unifican y resumen las medias de las respuestas de los oboístas para la facilidad de ejecución y la calidad sonora de todos los ejercicios, se puede observar en la figura 5.5, que se corroboran los resultados de las figuras 4.83 y 4.84,

ya que los oboístas consideran las lengüetas francesas como las lengüetas más fáciles y con peor calidad (sobre todo las dos con el molde 168 y la francesa con el molde 107 y grosor 57 mm), las alemanas como las de mejor calidad pero más difíciles de interpretar (sobre todo la alemana con molde 21 y grosor 57 mm) y las americanas como las de peor calidad y con una facilidad intermedia entre las francesas y las americanas (sobre todo la americana, molde 21 y grosor 59 mm).

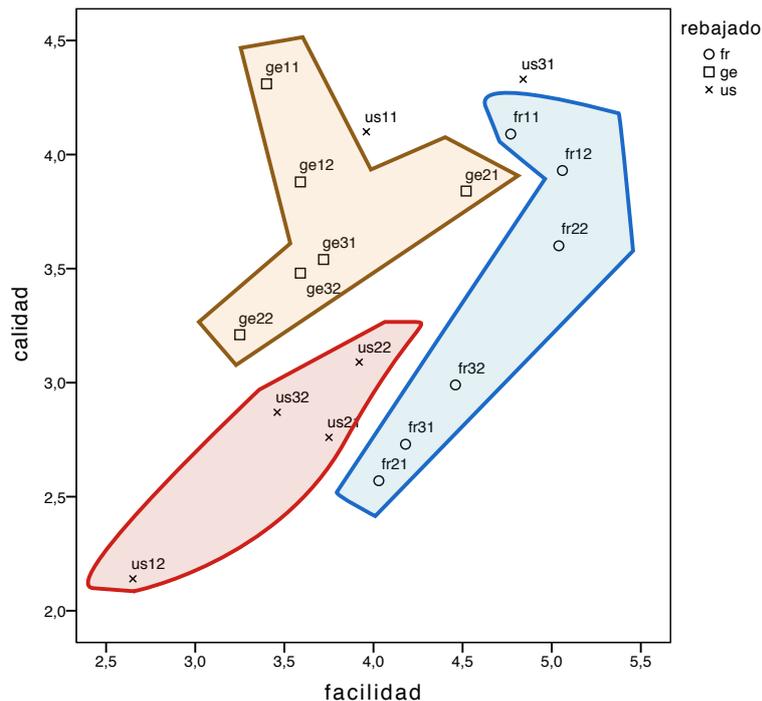


Figura 5.5. Medias de las puntuaciones de los oboístas para la calidad y la facilidad de los cinco ejercicios en función del tipo de rebajado. Se marcan con colores las diferentes escuelas de rebajado. Las dos primeras letras hacen referencia al rebajado (fr=francés; ge=alemán; us=americano). El primer número hace referencia al molde (1=21; 2=107; 3=168) y el segundo número al grosor (1=57 mm; 2=59 mm).

La figura 5.6 resume y compara las respuestas de los oboístas para la flexibilidad y la rigidez. En ella se ve gráficamente cómo las lengüetas francesas son consideradas las más flexibles y, por consiguiente, las menos rígidas. A su vez, las lengüetas alemanas son las más rígidas, sobre todo respecto a las francesas y las menos flexibles; mientras que las lengüetas americanas obtienen una flexibilidad media y una rigidez alta, pero no tanta como las alemanas.

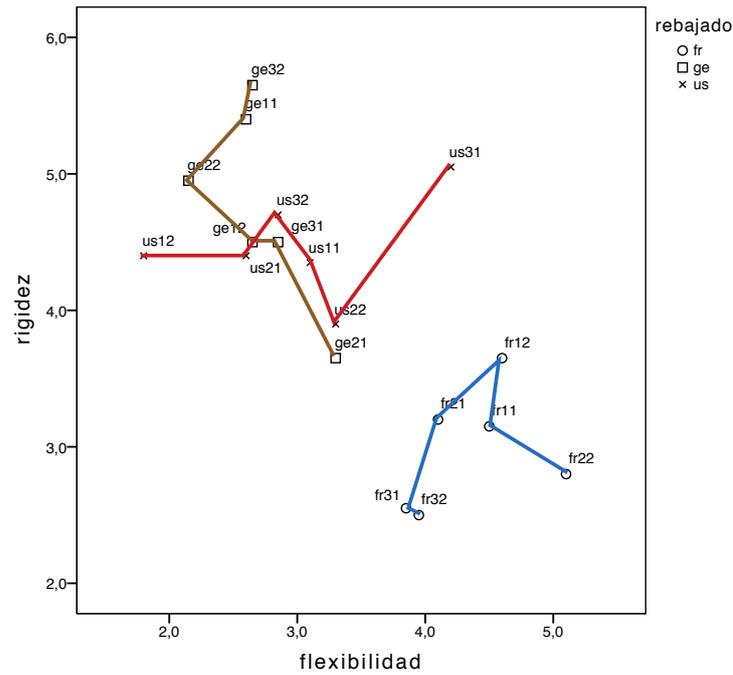


Figura 5.6. Medias de las puntuaciones de los oboístas para la flexibilidad y la rigidez de los cinco ejercicios en función del tipo de rebajado. Se marcan con colores las diferentes escuelas de rebajado. Las dos primeras letras hacen referencia al rebajado (fr=francés; ge=alemán; us=americano). El primer número hace referencia al molde (1=21; 2=107; 3=168) y el segundo número al grosor (1=57 mm; 2=59 mm).

En la figura 5.7 se comparan las respuestas dadas para el timbre y la valoración global de las lengüetas. Se puede observar cómo las alemanas son las consideradas con mejor timbre, mientras que las francesas y las americanas están peor valoradas, siendo la lengüeta americana con molde 21 y grosor 59 mm la peor lengüeta en cuanto a timbre y globalidad general. De forma global, las lengüetas mejor valoradas son las francesas, mientras que las americanas y las alemanas obtienen una puntuación media.

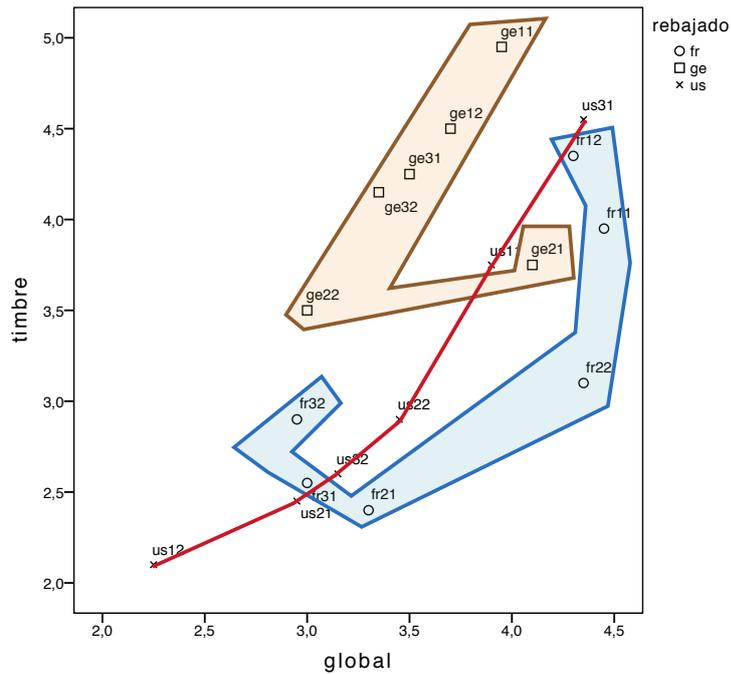


Figura 5.7. Medias de las puntuaciones de los oboístas para la globalidad y el timbre de los cinco ejercicios en función del tipo de rebajado. Se marcan con colores las diferentes escuelas de rebajado. Las dos primeras letras hacen referencia al rebajado (fr=francés; ge=alemán; us=americano). El primer número hace referencia al molde (1=21; 2=107; 3=168) y el segundo número al grosor (1=57 mm; 2=59 mm).

Sin embargo, cuando se analizan los resultados de la evaluación auditiva, se puede observar que el estilo de rebajado no influye en los oboístas intérpretes participantes de este experimento. Se obtiene pues, un contraste muy destacado entre la gran sensibilidad propioceptiva al estilo de rebajado cuando el oboísta usa la lengüeta para producir sonidos, y la ausencia total de percepción del rebajado en la evaluación auditiva del timbre de esos mismos sonidos grabados, aunque sí aparecen diferencias puntuales para algunos oboístas, sobre todo cuando evalúan sus propios ejercicios (tabla 4.71). En una comparación con las teorías de la percepción del habla, existe un enfoque que postula que los oyentes perciben el habla aplicando patrones sobre la señal acústica, y otro enfoque alternativo, la teoría motora de la percepción del habla, que postula que el oyente reconstituye los gestos y las variaciones de posición de los articuladores en el aparato de fonación (Viswanathan *et al.*, 2010). En este caso parece que la valoración de la producción sonora hecha por los oboístas se centra más en la reconstitución del gesto interpretativo, es decir, en la actividad muscular del intérprete, y que dicha actividad es más obvia cuando el oboísta oye lo que él mismo ha producido: en ese caso, la diferenciación del estilo de rebajado de las lengüetas es mayor porque el oboísta-oyente está reviviendo la propiocepción sensorio-motriz del oboísta-ejecutante.

Por otra parte, cuando se comparan las puntuaciones de la evaluación interpretativa y de la auditiva, los resultados muestran que para la pregunta de facilidad de ejecución, existe una gran correlación entre las dos evaluaciones, mientras que para la pregunta calidad sonora no existe esa correlación entre las dos evaluaciones. Es decir, cuando los oboístas puntúan si un ejercicio está bien o mal interpretado tanto auditivamente como interpretativamente, sí se ponen de acuerdo en sus respuestas y saben qué están contestando; pero cuando puntúan sobre la calidad de un sonido o no tienen claro qué están puntuando o no son capaces de reproducir auditivamente las mismas sensaciones que tuvieron al interpretar, por lo que las respuestas dadas en interpretación no se corresponden a las dadas en audición. Esto confirma el estudio de Geringer y Madsen (1998) que intentaron buscar un patrón de evaluación de los músicos sobre las buenas y las malas interpretaciones, concluyendo que todos los oyentes discriminaban correctamente las buenas y las malas interpretaciones, siendo la afinación el ítem más susceptible en la evaluación, pero no la expresión o la calidad sonora; y la investigación de Wapnick y Ekholm (1997) que concluyeron que los elementos más fiables en la evaluación auditiva de las interpretaciones vocales eran la puntuación global y la precisión de la afinación. Es más, cuando la calidad sonora en la evaluación auditiva se compara también con la puntuación global del timbre de la evaluación interpretativa, tampoco emerge una correlación, es decir, los oboístas no consideran lo mismo el timbre que la calidad sonora.

Finalmente, cabe destacar que cuando se analiza y compara el timbre de la evaluación interpretativa con alguna medición acústica, aparecen dos parámetros acústicos ligados a la ejecución interpretativa (la desviación estándar de la frecuencia y el delta de la frecuencia, *cf.* punto 4.7.5.1.15) y esto es destacable, ya que el timbre es una cualidad del sonido y por lo tanto no debería estar ligada a parámetros de ejecución, por lo que si para los oboístas el timbre sí está ligado a parámetros de ejecución, quizás quiere decir que el timbre propioceptivo es diferente del timbre perceptivo. Por consiguiente, lo que los oboístas consideran timbre del oboe no se trata del timbre definido por la psicoacústica o el timbre de la escucha reducida definida por Schaeffer (1977), sino que más bien cuando describen los cambios de timbre producidos por las lengüetas se están refiriendo a las diferentes sensaciones producidas al interpretar con las distintas lengüetas.

## **5.2. Conclusiones**

Esta tesis aporta un estudio experimental sobre el timbre del oboe y, más concretamente, la influencia de las lengüetas del oboe en el timbre del instrumento. Realizada bajo un enfoque perceptivo, acústico y propioceptivo, esta investigación explica el comportamiento de las lengüetas del oboe dentro de un campo interdisciplinar. La correcta realización de los diferentes tipos de rebajado en las lengüetas del oboe, así como de los experimentos empleados, ha sido uno de los principales objetivos tenidos en cuenta desde el principio. Además, se ha combinando en todo momento un conjunto de diferentes factores a tener en cuenta en la investigación: diversos intérpretes, instrumentos, estilos de rebajado, escuelas de interpretación, grosores y moldes de palas, etc.

Después de la realización de los experimentos de percepción tímbrica se concluye que las diferentes escuelas de rebajado no influyen en la percepción de los oyentes, contradiciéndose estos resultados a los tratados de oboe (Brod, 1830; Rothwell, 1979) que recomiendan uno u otro sonido dependiendo del tipo de rebajado utilizado. Aunque en el experimento preliminar aparecieron ciertas diferencias en el timbre del oboe causadas por los estilos de rebajado, esas diferencias se debieron más a las particularidades de las lengüetas entre sí que a las diferencias otorgadas por los estilos de rebajado, es decir, existían más diferencias entre las dos lengüetas alemanas utilizadas, que entre una lengüeta alemana y otra francesa, por poner un ejemplo. En el experimento principal, se limitaron al máximo esta particularidades de las lengüetas y se corroboraron los resultados obtenidos: los oyentes no fueron capaces de discriminar las diferencias tímbricas atribuidas por los tratados del oboe y los oboístas en general a las escuelas de rebajado.

El estudio acústico realizado sobre todas las lengüetas determina que el estilo de rebajado influye en todas las mediciones acústicas realizadas. Destaca sobre todo en la frecuencia media, siendo el factor más significativo por delante del oboísta, no existiendo en esta ocasión las particularidades intrínsecas de las lengüetas, sino que son los diferentes estilos de rebajado en su conjunto los que proporcionan las diferencias acústicas, siendo las lengüetas americanas las que se caracterizan por tener una afinación más estable y las francesas una afinación más inestable. El molde y el grosor también influyen en el estudio acústico, pero con una significatividad menor que el oboísta y el rebajado. Mientras que el

molde influye en todos los parámetros excepto en los ligados a la frecuencia y su estabilidad y a la diferencia de energía por bandas, el grosor lo hace en todos los parámetros excepto en la desviación estándar de la frecuencia, en la armonicidad media y en las diferencias de energía por bandas.

El estudio interpretativo se basa en la puntuación de diferentes aspectos ligados a la ejecución y a la calidad sonora de los ejercicios interpretados. Los resultados determinan que el estilo de rebajado influye en estas puntuaciones y que, además, los oboístas de la escuela de interpretación alemana contestan de forma similar a estas respuestas, sobre todo las correspondientes a la facilidad de los ejercicios. En general, los oboístas se ponen de acuerdo en valorar el comportamiento de una lengüeta en cuanto a su flexibilidad, rigidez y equilibrio, con lo que se puede establecer que son parámetros mensurables que significan lo mismo para diferentes oboístas. Para la pregunta equilibrio, timbre y puntuación global, las lengüetas peor valoradas son las americanas, mientras que las lengüetas francesas se caracterizan por ser las más flexibles y las mejor valoradas globalmente y las alemanas por ser las más rígidas y las mejor puntuadas en el timbre. Se obtiene una correlación muy fuerte entre la facilidad del arpegio y la facilidad del *legato*, así como entre la calidad del arpegio y la calidad del *legato*, seguramente porque los dos ejercicios son los más largos y los únicos que abarcan todo el registro del oboe.

El estudio auditivo se realiza a partir de las grabaciones realizadas por los oboístas, de forma que algunos oboístas intérpretes puntúan sus propios sonidos (autoevaluación auditiva) y los de los representantes de la escuela de interpretación francesa y alemana (evaluación auditiva) respondiendo a las preguntas de calidad de ejecución y calidad sonora del ejercicio escuchado. Los resultados muestran que los diferentes estilos de rebajado no influyen de forma significativa ni en la evaluación auditiva ni en la autoevaluación auditiva, corroborándose así los resultados obtenidos en los experimentos de percepción tímbrica: los diferentes estilos de rebajado no provocan diferencias significativas en la percepción de los oyentes, sean oboístas, músicos no oboístas u oboístas intérpretes.

El estudio comparativo entre la evaluación interpretativa y la autoevaluación auditiva intenta averiguar si los oboístas intérpretes son capaces de dar la misma puntuación cuando interpretan un ejercicio y cuando lo escuchan, tanto en la ejecución

como en la calidad sonora. El análisis de los resultados concluye que los oboístas evaluadores se ponen de acuerdo, aunque no completamente, consigo mismos cuando puntúan la ejecución del ejercicio, pero no cuando puntúan la calidad del sonido.

Para averiguar si existe algún parámetro acústico que pueda explicar las puntuaciones obtenidas de los oboístas en la evaluación interpretativa y en la evaluación y autoevaluación auditiva, se realiza una serie de análisis. Los resultados muestran que siempre existe algún parámetro acústico que explique las puntuaciones dadas por los oboístas, tanto interpretativa como auditivamente. Cabe destacar que, mientras en la evaluación interpretativa la calidad sonora parece obtener un patrón de respuesta claro en todos los ejercicios (excepto en el *fortissimo*) mediante la armonicidad media, en la evaluación y autoevaluación auditiva los parámetros acústicos relacionados, como por ejemplo el delta de la frecuencia, poco tiene que ver con la calidad del sonido, sino más bien con la ejecución interpretativa, por lo que todo parece indicar que los oboístas privilegian la ejecución interpretativa, quizás por hábito de profesores o intérpretes, o quizás porque la información sonora no permite realmente distinguir entre calidades de sonido. Además, al realizar la comparación de los parámetros acústicos que explican la evaluación interpretativa (sólo de los cinco oboístas que han realizado también la autoevaluación auditiva) y la autoevaluación auditiva, los resultados muestran que, tanto en la ejecución como en la calidad sonora, la autoevaluación auditiva obtiene un  $R^2$  corregido mayor que la evaluación interpretativa, dando a entender que cuando a los oboístas se les pide que puntúen en la audición centran su atención en más aspectos auditivos que cuando están sólo interpretando.

En conclusión, esta tesis parte de la hipótesis de los tratados del oboe, tanto antiguos como actuales, y la experiencia de los oboístas que afirman que los diferentes estilos de rebajado de las lengüetas influyen en el timbre, siendo capaces los oboístas de percibir estas diferencias tímbricas y, en consecuencia, elegir la lengüeta que más agrada a la hora de interpretar uno u otro repertorio.

Cabe destacar, pues, que ningún tratado ni estudio consultado, realiza una experiencia científica para poder corroborar si, efectivamente, las diferentes escuelas de rebajado poseen características tímbricas capaces de ser percibidas por los oyentes o, si los estilos de rebajado proporcionan diferencias interpretativas capaces de ser medidas por

parámetros acústicos o, si estas diferencias en los rebajados de las lengüetas proporcionan diferentes sensaciones en los oboístas a la hora de interpretar con cada una de ellas. Es más, Ledet (2008) realizó un estudio pormenorizado de las lengüetas de los principales solistas y profesores internacionales del oboe, agrupándolos por escuelas de interpretación y comparando sus lengüetas, aunque con la única finalidad de ilustrar la gran variedad de lengüetas existentes entre los oboístas.

Los resultados del experimento de percepción tímbrica son completamente contrarios al pensamiento de los oboístas consultados, así pues, si los oboístas creen que son capaces de discriminar las diferencias en los timbres que, según ellos, aportan los estilos de rebajado pero en la experiencia auditiva no pueden discriminar estas diferencias, quizás lo que los oboístas notan son diferencias en la propiocepción a la hora de interpretar con las lengüetas, es decir, diferencias en las sensaciones otorgadas por una u otra lengüeta.

Además, es necesario remarcar, que en la práctica oboística real, cuando se comparan unas lengüetas se realiza interpretando fragmentos musicales, es decir, sonidos complejos, pero nunca sonidos simples de igual intensidad, duración y altura, por lo que los oboístas cuando creen comparar el timbre de las lengüetas, no están comparando el timbre propiamente dicho, sino que realmente están escuchando y comparando componentes de interpretación.

Por consiguiente, esta investigación llega a la conclusión de que los diferentes estilos de rebajado influyen en las mediciones acústicas y en las evaluaciones interpretativas de los oboístas, pero nunca en las evaluaciones auditivas: ni cuando se trata de distinguir los diferentes timbres ni cuando se evalúa la calidad sonora de los ejercicios. Así pues, el tiempo y esfuerzo dedicado por los oboístas en el perfeccionamiento de los rebajados de las lengüetas está justificado, no por las diferencias tímbricas que ofrecen estos rebajados, sino por las diferencias propioceptivas que son necesarias para la interpretación del oboe, es decir, la relación existente entre el sonido producido y el sonido escuchado por el oboísta.

Esta tesis ha ampliado las investigaciones sobre las lengüetas del oboe en general, demostrando la compleja interacción perceptiva, propioceptiva y acústica del comportamiento de las lengüetas del oboe.

## **6. *Referencias bibliográficas***

## 6.1. Bibliografía

- Acevedo, M. (2003). La percepción sinestésica, vínculos entre lo auditivo y lo visual. *Música y educación*, 16, 109-121.
- Agos-Esparza, A., Elejalde-García, M. J. y Macho-Stadler, E. (2008). Study the mouthpiece of the txistu. *J. Acoust. Soc. Am.*, 23 (5), 3662.
- Agulló, J. y Barjau, A. (1990). On the excitation mechanism in reed wind instruments. *J. Acoust. Soc. Am.*, 87 (S1), S137.
- Aiello, R. y Williamon, A. (2002). Memory. En R. Parncutt y G. E. McPherson (Eds.), *The Science and Psychology of Music Performance. Creative Strategies for Teaching and Learning*, 167-181. New York: Oxford University Press.
- Almeida, A., Vergez, C. y Caussé, R. (2007). Quasistatic nonlinear characteristics of double-reed instruments. *J. Acoust. Soc. Am.*, 121 (1), 536-546.
- Allen, D. R., and Strong, W. J. (1985). A model for the synthesis of natural sounding vowels. *J. Acoust. Soc. Am.*, 78, 58-69.
- Anderson, T. (1996). Handmaking clarinet reeds: New tools accelerate the process. *J. Acoust. Soc. Am.*, 99 (4), 2462-2500.
- Andraud, A. (1976). *Practical and Progressive Oboe Method, Reedmaking, Melodious and Technical Studies*. San Antonio: Southern Music Co.
- Artley, J. (1968). *How to Make Double Reeds*. Old Greenwich: Jack Spratt.
- Atig, M., Dalmont, J.-P., y Gilbert, J. (2004). Saturation mechanism in clarinet-like instruments, the effect of the localized non-linear losses. *Appl. Acoust.* 65, 1133–1154.
- Avanzini, F. (2002). Efficiency, accuracy, and stability issues in discrete-time simulations of single reed wind instruments. *J. Acoust. Soc. Am.*, 111 (5), 2293-2301.
- Ayers, R.D., y Nordquist, P.R. (2009). Tuning and tone quality of bagpipe drones. *J. Acoust. Soc. Am.*, 125 (4), 2652-2652.
- Backus, J. (1963). Small-vibration theory of the clarinet. *J. Acoust. Soc. Am.*, 35, 305-313.
- Backus, J. (1966). Clarinet-Reed Parameters. *J. Acoust. Soc. Am.*, 39 (6), 1220-1220.
- Backus, J. (1974). Input Impedance Curves for Reed Instruments. *J. Acoust. Soc. Am.*, 55 (2), 457.
- Backus, J. (1985). The effect of the player's vocal tract on woodwind instrument tone. *J. Acoust. Soc. Am.*, 78 (1), 17-20.
- Baines, A. (1991). *Woodwind Instruments and Their History* (5<sup>a</sup> ed.). Mineola: Dover Publications (1<sup>a</sup> ed. 1957).

- Bate, P. (1975). *The oboe* (3<sup>a</sup> ed.). Londres: Ernest Benn Limited (1<sup>a</sup> ed. 1956).
- Baumgart, J., Grothe, T., y Grundmann, R. (2008). Influence of the bocal on the sound of the bassoon. *J. Acoust. Soc. Am.*, 123 (5), 3016.
- Beauchamp, J.W. (1999). A comparison of wind instrument time-variant spectra. *J. Acoust. Soc. Am.*, 105 (2), 938-938.
- Behrens, S.L., Coyle, W.L., Goodweiler, N.P., y Cottingham, J.P. (2009). Vibrational modes of accordion reeds” *J. Acoust. Soc. Am.*, 126 (4), 2216.
- Benade, A. H. y Gaas, D. J. (1968). Sound production in wind instruments. *Ann. N.Y. Acad. Sci.* 155, 247-263.
- Benade A. H. y Gebler, J. M. (1974). Reed Cavity and Neck Proportions in Conical Woodwinds. *J. Acoust. Soc. Am.*, 55 (2), 458.
- Benade, A. H. y Hoekje, P. L. (1982). Vocal tract effects in wind instrumeats. *J. Acoust. Soc. Am.*, Suppl. 1 71, S91.
- Benade, A. H. (1983). Air column, reed, and player's windway interaction in musical instruments. In *VocalFold Physiology*, edited by I. R. Titze and R. C. Scherer (The Denver Center for the Performing Arts, Denver, CO), 425-452.
- Benade, A. H. y Richards, W. B. (1983). Oboe normal mode adjustment via reed and staple proportioning. *J. Acoust. Soc. Am.*, 73 (5), 1794-1803.
- Benade, A. H. y Kouzoupis, S. N. (1985). Spectral envelopes of orchestral instruments. *J. Acoust. Soc. Am.*, 78 (S1), S75.
- Barret, A. M. R. (1850). *A Complete Method for Oboe*. Londres: Jullien and Co.
- Bartllet, L. W. (1990). Reed Longevity. *Double Reed*, 13:1.
- Bergee, M.J. y McWhirter, J.L. (2005). Selected Influences on Solo and Small-Ensemble Festival Ratings. Replication and Extension. *Journal of Research in Music Education*, 53 (2), 177-190.
- Bergee, M.J. y Westfall C.R. (2005). Stability of a Model Explaining Selected Extramusical Influences on Solo and Small-Ensemble Festival Ratings. *Journal of Research in Music Education*, 53 (4), 358-374.
- Bergee, M.J. (2006). Validation of a Model of Extramusical Influences on Solo and Small-Ensemble Festival Ratings. *Journal of Research in Music Education*, 56 (3), 244-256.
- Bergee, M.J. (2007). Performer, Rater, Occasion, and Sequence as Sources of Variability in Music Performance Assessment. *Journal of Research in Music Education*, 55 (4), 344-358.
- Berman, M. (1988). *The Art of Oboe Reed Making*. Toronro: Canadian Scholar's Press.
- Bigotti, G. (1974). *Storia dell'oboe*. Padova: G. Zanibon.

- Boersma, P. & Weenink, D. (consulta 2011). *Praat: doing Phonetics by Computer*. [www.praat.org](http://www.praat.org).
- Bonar, N. (1983). Different Kinds of Reeds for Different Kinds of Oboists. *Double Reed* 6:3.
- Braasch, J., y Ahrens, C. (1999). On the perception of free reed organ pipes. *J. Acoust. Soc. Am.*, 106 (4), 2287-2288.
- Brod, H. (1830). *Méthode pour le hautbois* (Vol 1 y 2). París: Schonenberger.
- Broughton, M. y Stevens, K. (2008). It's not just about sound: investigating marimba performance as an auditory and visual experience. *Proceedings of the 8th Australasian Piano Pedagogy Conference*. Canberra, ACT.
- Burgess, G. y Haynes, B. (2004). *The Oboe*. New Haven y Londres: Yale University Press.
- Cahn, D. (2008). The effects of varying ratios of physical and mental practice, and task difficulty on performance of a tonal pattern. *Psychology of Music*, 36 (2), 179-191.
- Cappelli, G. (1853). *Metodo teorico-pratico*. Milan: Lucca.
- Carterette, E. C. y Kendall, R. A. (1996). Acoustical analyses of natural and emulated orchestral instrument signals. *Proceedings of the 4th International Conference on Music Perception and Cognition*, pp. 97-102.
- Caswell, D. (1987). Reed Knives. *Double Reed* 10:2.
- Cerone, P. (1613). *El Melopeo y maestro, tratado de música theórica y práctica: en que se pone por extenso, lo que uno para hacerse perfecto músico ha menester saber: y por mayor facilidad, comodidad y claridad del lector, está repartido en XXII libros. Van tan exemplificado y claro, que cualquiera de mediana habilidad con poco trabajo, alcanzará aquesta profesión*. Nápoles.
- Chang, A., O'Sullivan, C. (2008). An Audio-Haptic Aesthetic Framework Influenced by Visual Theory, *Haptic Audio Interaction Design, HAID 2008*, Jyväskylä: Finland.
- Chion, M. (1998). *La audiovisión. Introducción a un análisis conjunto de la imagen y el sonido*. (2 ed.) Barcelona: Paidós.
- Confucio (1982). *Los cuatro libros*. Rev. Joaquín Pérez Arroyo. Madrid: Alfaguara.
- Cottingham, J. (2004). The acoustics of the khaen, bawu, and gourd pipe. *J. Acoust. Soc. Am.*, 116 (4), 2619.
- Cottingham, J. y Dieckman, E. (2009). Measured and calculated sounding frequencies of pipes coupled with free reeds. *Proceedings of Meetings on Acoustics*, Vol. 4.
- Cox, E. y Rossing, T. D. (2002). Regimes of oscillation and reed vibrations in lingual organ pipes. *J. Acoust. Soc. Am.*, 111 (5), 2395.

- Cuartero, M. y Payri, B. (2010). Tipos de memoria, aptitudes y estrategias en el proceso de memorización de estudiantes de piano. *LEEME, Lista Electrónica Europea de Música en la Educación*, 24. En línea: <http://musica.rediris.es/leeme/revista/cuarteropayri10.pdf> (Consulta: 09-4-2012).
- Dahl, O-H. (2001). *Better Oboe Reeds*. Copenhagen: Mediefabrikens ApS.
- Dalmont, J.P., Ducasse, E., y Ollivier, S. (2002). Saturation mechanism in reed instruments. *Proceedings of the Third EEA European Congress on Acoustic*, Sevilla, Spain.
- Dalmont, J.P., Gilbert, J., y Ollivier, S. (2003). Nonlinear characteristics of single-reed instruments: Quasistatic volume flow and reed opening measurements. *J. Acoust. Soc. Am.* 114 (4), 2253-2262.
- Dalmont, J. P. y Gilbert, J. (2005). An analytical prediction of the oscillation and extinction thresholds of a clarinet. *J. Acoust. Soc. Am.*, 117 (4), 3294-3305.
- Dalmont, J.P., Gazengel, B., y Kergomard, J. (2006). Scaling of reed instruments: The case of the saxophone family. *J. Acoust. Soc. Am.*, 119 (5), 3259.
- D'Ausilio, A., Bufalari, I. Salmas, P. y Fadiga, L. (2011). The role of the motor system in discriminating normal and degraded speech sounds. *Cortex*, doi:10.1016/j.cortex.2011.05.017
- Davis, A.P. (1998). Performance Achievement and Analysis of Teaching during Choral Rehearsals. *Journal of Research in Music Education*, 46 (4), 496-509.
- Donnadieu, S., McAdams, S. y Winsberg, S. (1994). Caractérisation du timbre des sons complexes. I. Analyses multidimensionnelle. *Journal de Physique IV*, (Colloque C5, supplément au Journal de Physique III, Volume 4):593-596.
- Duke, R.A. y Henninger, J.C. (1998). Effects of Verbal Corrections on Student Attitude and Performance. *Journal of Research in Music Education*, 46 (4), 482-495.
- Duste, E. (1984). The American Style Oboe Reed. *Double Reed* 7:3.
- Edelman, G. (1989). *The Remembered Present: A Biological Theory of Consciousness*. Basic Books, New York.
- Eguilaz, M<sup>a</sup>. J. (2009). La memoria en la interpretación guitarrística. Una aproximación a su problemática. *LEEME, Lista Electrónica Europea de Música en la Educación*, 24. En línea: <http://musica.rediris.es/leeme/revista/eguilaz09.pdf> (Consulta: 09-4-2012).
- Facchinetti, M.L., Boutillo, X. y Constantinescu, A. (2003). Numerical and experimental modal analysis of the reed and pipe of a clarinet. *J. Acoust. Soc. Am.*, 113 (5), 2874-2883.
- Fahrbach, G. (1843). *Novissimo Metodo per Oboe di facile intelligenza e colla vista special che server possa alla istruzione de Principianti senza l'ajuto del maestro*. Milan: Ricordi.

- Farner, S.; Vergez, Ch.; Kergomard, J. y Lizée, A. (2005). Contribution to harmonic balance calculations of self-sustained periodic oscillations with focus on single-reed instruments. *J. Acoust. Soc. Am.* 119 (3), 1794–1804.
- Feltz, D.L. y Landers, D.M. (1983). The effects of mental practice on motor skill learning and performance: a meta-analysis. *J. Sport Exerc. Psych.*, 5, 25-57.
- Feltz, D. L., Landers, D. M. y Becker, B. J. (1988). A Revised Meta-analysis of the Mental Practice Literature on Motor Skills Learning. En D. Druckman y J. A. Swets (Eds.) *Enhancing Human Performance: Issues, Theories, and Techniques* (Part III, pp. 1-65). Washington, DC: National Academy Press.
- Finney, S.A. & Palmer, C. (2003). Auditory feedback and memory for music performance: Sound evidence for an encoding effect. *Memory & Cognition*, 31, 51-64.
- Fitzgerald, R. (2003). *Performer-dependent dimensions of timbre: identifying acoustic cues for oboe tone discrimination*. Ph. D., Leeds: The University of Leeds School of Music.
- Fletcher, N.H. y Rossing, T.D. (1998). *The Physics of Musical Instruments*. New York: Springer-Verlag.
- Fox, R. L. (1987). The BFC Cane Treatment or Prolonging and Enhancing the Playing Qualities of Reeds. *Double Reed 10:1*.
- Fritz, C. y Wolfe, J. (2005). How do clarinet players adjust the resonances of their vocal tracts for different playing effects?. *J. Acoust. Soc. Am.*, 118 (5), 3306–3315.
- Galvao, A. y Kemp, A. (1999). Kinaesthesia and Instrumental Music Instruction: Some Implications. *Psychology of Music*, 27, 128-137.
- Galvao, A. (2006). Cognição, emoção e expertise musical. *Psic.: Teor. e Pesq.*, 22 (2), 169-174.
- Garnier, J. F. (1800). *Méthode raisonnée pour le hautbois, contenant les Principes nécessaires pour bien jouer de cet instrument, la maniere de faire les anches suivis de 55 leçons, six petits Duos, sis Sonates, sis Airs variés et une étude pour les doigts et l'arrangement de la Langue*. Paris: Pleyel.
- Geringer, J.M. y Madsen, C.K. (1998). Musicians' Ratings of Good versus Bad Vocal and String Performances. *Journal of Research in Music Education*, 46 (4), 522-534.
- Geringer, J.M. y Johnson, C.M (2007). Effects of Excerpt Duration, Tempo, and Performance Level on Musicians' Ratings of Wind Band Performances. *Journal of Research in Music Education*, 55 (4), 289-301.
- Gibson, J. J. (1979). *The Ecological Approach to Visual Perception*. Boston, MA: Houghton-Mifflin.
- Giesecking, W. y Leimer, K. (1932/1972). *Piano technique*. New York: Dover.

- Gillmeister, H., and Eimer, M. (2007). Tactile enhancement of auditory detection and perceived loudness. *Brain Res*, 1160, 58–68.
- Girard, A. (1983). *Le Roseau Chantant: une Introduction a la confection d'anches de hautbois*. Basel: Musik-Akademie du Stadt.
- Goad, P. J. & Keefe, D. H. (1986). Timbre discrimination of musical instruments in a concert hall. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 79:1, S1-S96.
- Goossens, L. & Rothwell, E. (1977). *Oboe*. New York: Schirmer Books.
- Grand, N., Gilbert, J., and Laloé, F. (1997). Oscillation threshold of woodwinds instruments. *Acustica* 1, 137–151.
- Grey, J. M. (1975). *An exploration of musical timbre*. PhD (Report STAN-M-2), CCRMA, Department of Music, Stanford University, CA.
- Grey, J. M. (1977): Multidimensional perceptual scaling of musical timbre, *The Journal of the Acoustical Society of America*, 61 (5):1270-1277.
- Grey, J. M. (1978): Timbre discrimination in musical patterns, *The Journal of the Acoustical Society of America*, 64 (2):467-472.
- Hadden, W.J., y Vas-Dias, H. A. (1974). Redevelopment of an eighteenth-century oboe reed. *J. Acoust. Soc. Am.*, 59 (1), S51.
- Hajda, J. M., Kendall, R. A., Carterette, E. C. y Harshberger, M. L. (1997). Methodological Issues in Timbre Research, In *Perception and Cognition of Music*, pp. 253–306. Psychology Press, Hove, UK.
- Harris, C.M., Eisenstadt, M. y Welss, M. (1963). Sounds of the Highland Bagpipe. *Acoustical Society of America*, 1321-1327.
- Hash, P.M. (2012). An Analysis of the Ratings and Interrater Reliability of High School Band Contests. *Journal of Research in Music Education*, 60 (1), 81-100.
- Haynes, B. (2001). *The Eloquent Oboe. A History of the Hautboy from 1640 to 1760*. Nueva York: Oxford University Press.
- Heinrich, J. M. (1991). “Recherches sur les propriétés densitométriques du matériau cane de provence et ses similaires étrangers; relation avec laqualité musicale; étude associée d’une mesure de dureté,” Technical report, Ministère de la Culture, Direction de la Musique et de la Danse, Paris, France.
- Hedrick, P. (1972). *Oboe Reed Making*. Oneonta: Swift Dorr.
- Hennig, L. (2008). Timbre Perception. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 124:4, 2493.
- Heptner, T. (1987). Zur Akustik der Oboe: Theoretische Errterungen und Experimentelle Ergebnisse. *Tibia*, 12 (1), 325–339.

- Hewitt, S. (1991). Thoughts Engendered by the Arrival of “The Reed Maker’s Manual” – A Review. *Double Reed* 14:2.
- Hewitt, M.P. y Smith, B.P. (2004). The Influence of Teaching-Career Level and Primary Performance Instrument on the Assessment of Music Performance. *Journal of Research in Music Education*, 52 (4), 314-327.
- Highben, Z. y Palmer, C. (2003). Effects of Auditory and Motor Mental Practice in Memorized Piano Performance. *Bulletin of the Council for Research in Music Education*. En línea: <http://www.mcgill.ca/files/spl/bcrme04.pdf> (Consulta: 09-4-2012).
- Hirschberg, A., Gilbert, J., Wijnands, A. P. J., y Houtsma, A. J. M. (1991). “Non-linear behaviour of single-reed woodwind musical instruments,” *Ned. Akoestish Genootshap*, 107, 31–43.
- Hughes, E. (1915). Musical memory in piano playing and piano study. *Musical Quarterly*, 1, 592-603.
- Idogawa, T., Iwaki, M., Naoi, T., y Shimizu, M. (1988). An experimental study on the reed vibrations of the woodwind instruments. *J. Acoust. Soc. Am.*, 84 (S1), S161.
- Johnson, M. (1987). *The body in the Mind*. Chicago: University of Chicago Press.
- Jost, E. (1967). *Akustische und Psychometrische Untersuchungen an Klarrinettenklängen*. Arno Volk, Cologne, Germany.
- Juchniewicz, J. (2008). The influence of physical movement on the perception of musical performance. *Psychology of Music*, 36 (4), 417-427.
- Kendall, R. A. y Carterette, E. C. (1991). Perceptual scaling of simultaneous wind instrument timbres. *Music Perception*, 8(4):369–404.
- Kendall, R. A. y Carterette, E. C. (1993a). Verbal attributes of simultaneous wind instrument timbres: I. von Bismarck’s adjectives. *Music Perception*, 10(4):445–468.
- Kendall, R. A. y Carterette, E. C. (1993b). Verbal attributes of simultaneous wind instrument timbres: II. Adjectives induced from Piston’s orchestration. *Music Perception*, 10(4):469–502.
- Kendall, R. A., Carterette, E. C. y Hajda, J. M. (1999). Perceptual and acoustical features of natural and synthetic orchestral instrument tones. *Music Perception*, 16(3):327–364.
- Kergomard, J., Ollivier, S., and Gilbert, J. (2000). Calculation of the spectrum of self-sustained oscillators using a variable truncation method. *Acust. Acta Acust.*, 86, 685–703.
- Kinney, D.W. Internal Consistency of Performance Evaluations as a Function of Music Expertise and Excerpt. *Journal of Research in Music Education*, 56 (4), 322-337.

- Krimphoff, J., McAdams, S. y Winsberg, S. (1994). Caractérisation du timbre des sons complexes. II. Analyses acoustiques et quantification psychophysique. *Journal de Physique IV*, Colloque C5, (supplément au Journal de Physique III, Volume 4):625–628.
- Lacy, E. (1988). An Experiment in Treatment of Arundo Donax. *Journal of the International Double Reed Society*, 16.
- Lakatos, S. (2000). A common perceptual space for harmonic and percussive timbres. *Perception and Psychophysics*, 62(7):1426–1439.
- Lakin, J. (1975). A Treatment Process for Oboe Cane. *Journal of the International Double Reed Society*, 3.
- Larson, G. (1983). *Oboe Reed Technique*. Los Angeles: Baxter-Northrup.
- Ledet, D. (2008). *Oboe Reed and Styles. Theory and Practice* (2<sup>a</sup> ed.). Bloomington: Indiana University Press (1<sup>a</sup> ed. 1981).
- Lehrer, C. (1980). A Report from Academia: Reeds for Solo Recitals. *Double Reed* 2:4.
- Light, J. (1983). *The Oboe Reed Book*. Des Moines: Drake University.
- Lindevald, I. M. y Gower, J. (1997). Vibrational modes of clarinet reeds. *J. Acoust. Soc. Am.*, 102 (5), 3085.
- Llimerà, V. (2006). *El Método de Oboé de Enrique Marzo y Feo (1870)*. Tesis doctoral. Universidad de Valencia, Valencia.
- Mack, J. (1974). Effective Guidance for the Young Oboist. *Journal of the International Double Reed Society*, 2.
- Madsen, K. (2009). Effect of aural and visual presentation modes on Argentine and US musicians' evaluations of conducting and choral performance. *International Journal of Music Education*, 27 (1), 48-58.
- Marandas, E., Gibiat, V., Besnainou, C., and Grand, N. (1994). “Caractérisation mécanique des anches simples d’instruments à vent,” 3<sup>ième</sup> Congrès Français d’Acoustique, Toulouse, Suppl. J. Phys. III, 4, C5, 633–636.
- Marzo, E. (1870). *Método de Oboé progresivo y completo con nociones de Corno Inglés*. Madrid: Antonio Romero.
- Matthay, T. (1913). *Musical interpretation: Its laws and principles, and their application in teaching and performing*. Boston, MA: Boston Music.
- Matthay, T. (1926). *On memorizing and playing from memory and on the laws of practice generally*. Oxford: Oxford University Press.
- Mayer, R & Rohner, T. (1953). *Oboe Reeds – How to Make and Adjust Them*. Evanston: The Instrumentalist Co.

- McAdams, S. (1993). Recognition of sound sources and events, In *Thinking in Sound: The Cognitive Psychology of Human Audition*, 148–198. Oxford: Clarendon Press.
- McAdams, S. (1999). Discrimination of musical instrument sounds resynthesized with simplified spectrotemporal parameters. *J. Acoust. Soc. Am.*, 105 (2), 882-897.
- McAdams, S., Winsberg, S., Donnadieu, S., De Soete, G. y Krimphoff, J. (1995). Perceptual scaling of synthesized musical timbres: common dimensions, specificities, and latent subject classes. *Psychological Research*, 58:177–192.
- Melka, V. (1994). Methodological approaches to the investigation of musical timbre. *Journal de Physique 4*, (Colloque C5, supplément au Journal de Physique III):569–576.
- Melka, A., Štěpánek, Z. y Otcenášek, (1996). Czech and German verbal description of violin sound properties: multidimensional analyses of survey data. *Acustica*, 82:S214.
- Michels, U. (1998). *Atlas de música, I*. Madrid: Alianza Editorial, S.A.
- Miller, T. E. (1999). The construction and operation of the khaen. *J. Acoust. Soc. Am.*, 106 (4), 2301.
- Miklós, A.; Angster, J., Pitsch, S. y Rossing, T. D. (2003). Reed vibration in lingual organ pipes without the resonators. *J. Acoust. Soc. Am.*, 113 (2), 1081–1091.
- Miklós, A.; Angster, J., Pitsch, S. y Rossing, T. D. (2006). Interaction of reed and resonator by sound generation in a reed organ pipe. *J. Acoust. Soc. Am.*, 119 (5), 3121–3129.
- Morrison, S.J., Price, H.E., Geiger, C.G. y Cornacchio, R.A. (2009). The Effect of Conductor Expressivity on Ensemble Performance Evaluation. *Journal of Research in Music Education*, 57 (1), 37-49.
- Napoles, J. (2009). The Effects of Score Use on Musicians' Ratings of Choral Performances. *Journal of Research in Music Education*, 57 (3), 267-279.
- Nief, G., Gautier, F., Dalmont, J.P., y Gilbert, J. (2008). Influence of wall vibrations on the behavior of a simplified wind instrument. *J. Acoust. Soc. Am.*, 124 (2), 1320–1331.
- Norris, C.E. y Borst, J.D. (2007). An Examination of the Reliabilities of Two Choral Festival Adjudication Forms. *Journal of Research in Music Education*, 55 (3), 237-251.
- Obataya, E., y Norimoto, M. (1999). “Acoustic properties of a reed (*Arundo donax L.*) used for the vibrating plate of a clarinet,” *J. Acoust. Soc. Am.*, 106, 1106–1110.
- Olazábal, T. (1954). *Acústica musical y organología*. Buenos Aires: Ricordi Americana.
- Orcutt, R. H. & Roscoe, W. A. (1975). Reed Storage – A Simple Solution. *Journal of the International Double Reed Society*, 3.
- O'Sullivan, C., Chang, A. (2006). An Activity Classification for Vibrotactile Phenomena. *Haptic Audio Interaction Design, HAID 2006, Lecture Notes in Computer Science* 4129, 145-156. Berlin: Springer-Verlag.

- Palmer, C. y Meyer, R. K. (2000). Conceptual and motor learning in music performance. *Psychological Science*, 11 (1), 63-68.
- Pederiva, P. L. M. (2005). O corpo no processo ensino-aprendizagem de instrumentos musicais: percepção de professores. *Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Educação da Universidade Católica de Brasília, visando à obtenção do grau de Mestre.*
- Pedrell, F. (1901). *Emporio Científico é Histórico de Organografía musical antigua española*. Barcelona.
- Peñalba, A. (2005). El cuerpo en la música a través de la teoría de la Metáfora de Johnson: análisis crítico y aplicación a la música. *TRANS Revista Transcultural de Música*, 009. En línea: <http://www.sibetrans.com/trans/a176/el-cuerpo-en-la-musica-a-traves-de-la-teoria-de-la-metafora-de-johnson-analisis-critico-y-aplicacion-a-la-musica> (Consulta: 10-4-2012)
- Peñalba, A. (2008). *El cuerpo en la interpretación musical. Un modelo teórico basado en las propiocepciones en la interpretación de instrumentos acústicos, hiperinstrumentos e instrumentos alternativos*. Tesis doctoral. Recuperada de: <http://uvadoc.uva.es/handle/10324/55> (Consulta: 10-4-2012)
- Peñalba, A. (2011). Towards a theory of proprioception as a bodily basis for consciousness in music. En D. Clarke y E. Clarke (Eds.). *Music and consciousness philosophical, psychological, and cultural perspectives* (pp. 215-228). Oxford: Oxford University Press.
- Pettijohn II, T.F. y Sacco JR, D.F (2009). Tough times, meaningful music, mature performers: popular Billboard songs and performer preferences across social and economic conditions in the USA. *Psychology of Music*, 37 (2), 155-179.
- Pinard, F., Laine, B. y Vach, H. (2003). Musical quality assessment of clarinet reeds using optical holography. *J. Acoust. Soc. Am.*, 113 (3), 1736-1742.
- Plitnik, G.R. y Strong, W.J. (1979). Numerical method for calculating input impedances of the oboe. *J. Acoust. Soc. Am.* 65 (3), 816-825.
- Plitnik, G.R. y Lawson, B.A. (1999). An investigation of correlations between geometry, acoustic variables, and psychoacoustic parameters for French horn mouthpieces. *J. Acoust. Soc. Am.* 106 (2), 1111-1125.
- Plitnik, G.R. (2000). Vibration characteristics of pipe organ reed tongues and the effect of the shallot, resonator, and reed curvature. *J. Acoust. Soc. Am.*, 107 (6), 3460-3473.
- Plomp, R. (1970). Timbre as a Multidimensional Attribute of Complex Tones, In *Frequency Analysis and Periodicity Detection in Hearing*, pp. 397-414. Leiden: Sijhoff.
- Prince, H.E. y Chang, C. (2005). Conductor and Ensemble Performance Expressivity and State Festival Ratings. *Journal of Research in Music Education*, 53 (1), 66-77.

- Prince, H.E. (2006). Relationships among Conducting Quality, Ensemble Performance Quality, and State Festival Ratings. *Journal of Research in Music Education*, 54 (3), 203-214.
- Prodan, J.C. (1977). *The Effect of the Intonation of the Crow of the Reed on the Tone Quality of the Oboe*. *Journal of the International Double Reed Society*, 5.
- Reed, D. (2007). *Mental representations in clarinet performance: connections between auditory imagery and motor behaviors*. Tesis doctoral. *The University of North Carolina, Greensboro*.
- Reid, J. W. (1983). Cane Selectivity from the Field to the Gouger. *Journal of the International Double Reed Society*, 11.
- Ricardo da Silva, A., Scavone, G.P., Walstijn, M. v. (2007). Numerical simulations of fluid-structure interactions in single-reed mouthpieces. *J. Acoust. Soc. Am.*, 122 (3), 1798–1809.
- Ricot, D. (2005). Aerodynamic excitation and sound production of blown-closed free reeds without acoustic coupling: The example of the accordion reed. *J. Acoust. Soc. Am.*, 117 (4), 2279-2290.
- Riemann, B. (1979). *Musiklexikon*. Maguncia: Atlantis-Schott.
- Ro, T., Hsu, J., Yasar, N. E., Elmore, L. C., and Beauchamp, M. S. 2009. Sound enhances touch perception. *Exp. Brain Res*, 195, 135–143.
- Romero, J., Alba, J. & Ramis, J. (2006). Estudio preliminar del comportamiento de cañas de oboe. *Procedente del 37ª Congreso Nacional de Acústica TecniAcustica*. Gandía: Universitat Politècnica de València.
- Ross, S. L. (1985). The effectiveness of Mental Practice in improving the performance of College Trombonist. *Journal of Research in Music Education*, 33, 221-30.
- Rothwell, E. (1979). *The Oboist Companion. Volumen 3. Reeds (2ª ed.)*. Londres: Oxford University Press (1ª ed. 1977).
- Russell, M.E. (1953). *The oboe: a comparison study of specifications with musical effectiveness*. PhD, University of Michigan.
- Russell, M. (1971). *Oboe Reed Making and Problems of the Oboe Player*. Old Greenwich: Spratt Music Publishers.
- Sachs, C. (1947). *Historia de los Instrumentos Musicales*. Buenos Aires: Centurión.
- Salviani, C. (1848). *Metodo completo per oboe cotento nozioni preliminari*. Milán: Lucca.
- Schade, C. C. (2007). Practical Evaluation of Orofacial Myofunctional Exercises: Implications for Wind Instrument Learning. *Music Performance Research*, 1(1), 47-65.
- Schaeffer P. (1977): *Traité des objets musicaux, 2nd edn.*, Paris: Editions du Seuil.

- Schumacher, R. T. (1981). Ab initio calculations of the oscillations of a clarinet. *Acustica* 48, 71-85.
- Schürmann, M., Caetano, G., Jousmaki, V. y Hari, R. (2004). Hands help hearing: facilitatory audiotactile interaction at low sound-intensity levels. *Journal of the Acoustical Society of America*, 115, 830-832.
- Schuster, C., Hilfiker, R., Amft, O., Scheidhauer, A., Andrews, B., Butler, J., Kischka, U. y Ettl, T. (2011). Best practice for motor imagery: a systematic literature review on motor imagery training elements in five different disciplines. *BMC Medicine*, 9:75. En línea: <http://www.biomedcentral.com/1741-7015/9/75> (Consulta: 09-4-2012).
- Sellner, J. (1830). *Méthode pour le hautbois*. París: Richault.
- Shalita, J. (2003). *Making Oboe Reeds. A basic guide to reed making*. [www.makingoboereeds.com](http://www.makingoboereeds.com)
- Sherrington, C. S. (1906). *The Integrative Action of the Nervous System*. New Haven: Yale University Press.
- Silva, F.; Kergomard, J. y Vergez, Ch. (2008). Interaction of reed and acoustic resonator in clarinetlike systems. *J. Acoust. Soc. Am.* 124 (5), 3284–3295.
- Smyth, T., y Abel, J. S. (2010). Estimation of reed flow signal from instrument performance. *J. Acoust. Soc. Am.*, 128 (4), 2344.
- Snitkin, H.R. (1975). *Effects of reed type and player on the listener's ability to discriminate differences in oboe tone quality*. Tesis doctoral. University of Connecticut.
- Sommerfeldt, S. D. y Strog, W. J. (1988). Simulation of a player-clarinet system. *J. Acoust. Soc. Am.*, 83 (5), 1908-1918.
- Sprenkle, R. y Ledet, D. (1961). *The Art of Oboe Playing*. Evanston: Summy Birchard.
- Steins, K. (1964). *Rohrbau Fur Oboen*. Berlin: Bote und Bach.
- Stetson, K.A. (2011). Vibration modes of clarinet reeds via digital electronic holography. *J. Acoust. Soc. Am.*, 129 (4), 2615.
- Stewart, S. E. y Strong, W. J. (1980). Functional model of a simplified clarinet. *J. Acoust. Soc. Am.*, 68, 109-120.
- The New Grove, Dictionary of Music & Musicians. (1980). 20 vol. Londres: Stanley Sadie.
- Tonon, T. (2009). Accordion reeds, cavity resonance, and pitch bend. *J. Acoust. Soc. Am.*, 126 (4), 2217.
- Tranchefort, R. (2002). *Tratado de los instrumentos musicales*. Madrid: Alianza Música.
- Thompson, S.C. (1979). The effect of the reed resonance on woodwind tone production. *J. Acoust. Soc. Am.*, 66 (5), 1299-1307.

- Trentacosti, M. (1978). An Early Approach for Detecting a Good or Bad Piece of Cane. *Double Reed 1:1*.
- Vanweelden, K. y McGee, I.R. (2007). The influence of music style and conductor race on perceptions of ensemble and conductor performance. *International Journal of Music Education*, 25 (1), 7-17.
- Vargas, G., López, I. y Shifres, F. (2007). Modalidades en las estrategias de la transcripción melódica. *Música y Bienestar Humano*. Actas de la VI Reunión de SACCoM, 67-73.
- Veny, L. A. (1828). *Méthode abrégée pour le hautbois*. París: Pleyel et Cie.
- Vergez, C., y Caussé, R. Flow regimes at the output of oboe double-reeds,” *J. Acoust. Soc. Am.*, 120 (5), 3333.
- Viswanathan, N., Magnuson, J. S. y Fowler, C. A. (2010). Compensation for Coarticulation: Disentangling Auditory and Gestural Theories of Perception of Coarticulatory Effects in Speech. *Journal of Experimental Psychology. Human Perception & Performance*, 36 (4), 1005-1015.
- Vogt, A. (1816-1824). *Méthode pour le hautbois du Célèbre Vogt offerte par Mr. Bruyant son Élève à la Bibliothèque du Conservatoire 1872*. París: Biblioteca Nacional de Francia, Ms. Ci 50.
- Wapnick, J., Darrow, A.A., Kovacs, J. y Dalrymple, L. (1997). Effects of Physical Attractiveness on Evaluation of Vocal Performance. *Journal of Research in Music Education*, 45 (3), 470-479.
- Wapnick, J. y Ekholm, E. (1997). Expert consensus in solo voice performance evaluation. *Journal of Voice*, 11 (4), 429–436.
- Weber, D. & Capps, F. (1990). *The Reed Maker's Manual: Step by Step Instructions for Making Oboe and English Horn Reeds*. Phoenix: D. B. Weber and F. B. Capps.
- Webster, J. C., Woodhead, M. M. and Carpenter, A. (1970). Perceptual constancy in complex sound identification. *British Journal of Psychology*, 61:481–489.
- Wedin, L. and Goude, G. (1972). Dimension analysis of instrumental timbre. *Scandinavian Journal of Psychology*, 13:228–240.
- Wessel, D. L. (1973). Psychoacoustics and music: A report from Michigan State University. *PACE: Bulletin of the Computer Arts Society*, pp. 1–2.
- Wilson, E. C., Reed, C. M., y Braida, L. D. (2009). Integration of auditory and vibrotactile stimuli: Effects of phase and stimulus-onset asynchrony. *Journal of the Acoustical Society of America*, 126, 1960–1974.
- Worman, W. E. (1971). *Self-sustained nonlinear oscillations of medium amplitude in clarinet-like systems*. Tesis doctoral. Case Western Reserve University, Cleveland, OH.

- Yarbrough, C., Wapnick, J. y Kelly, R. (1979). Effect of Videotape Feedback Techniques on Performance, Verbalization, and Attitude of Beginning Conductors. *Journal of Research in Music Education*, 27 (2), 103-112.
- Yarbrough, C y Madsen, K. (1998). The Evaluation of Teaching in Choral Rehearsals. *Journal of Research in Music Education*, 46 (4), 469-481.
- Yarrow, K., Haggard, P., y Rothwell, J. C. 2008. Vibrotactile-auditory interactions are post-perceptual. *Perception*, 37, 1114–1130.
- Yau, J. M., Olenczak, J. B., Dammann, J. F., y Bensmaia, S. J. 2009. Temporal frequency channels are linked across audition and touch. *Curr. Biol.*, 19, 561–566.

## **7. *Anexos***

## 7.1. ANEXO A. Tablas y figuras complementarias de análisis estadístico

### 7.1.1. Experimento preliminar

#### 7.1.1.1. Percepción tímbrica

Chi-Square Tests				
Rater		Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
other	Pearson Chi-Square	,140	1	,709
	Continuity Correction	,071	1	,790
	Likelihood Ratio	,141	1	,708
	Fisher's Exact Test			
	Linear-by-Linear Association	,139	1	,709
	N of Valid Cases	720		
oboist	Pearson Chi-Square	3,916	1	,048
	Continuity Correction	3,493	1	,062
	Likelihood Ratio	4,127	1	,042
	Fisher's Exact Test			
	Linear-by-Linear Association	3,911	1	,048
	N of Valid Cases	720		

Tabla A. 1. Prueba de  $\chi^2$  de Pearson comparando las agrupaciones de los dos grupos de oyentes según las diferentes escuelas de rebajado para el *diminuendo*.

Chi-Square Tests				
Rater		Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
other	Pearson Chi-Square	,237	1	,626
	Continuity Correction	,187	1	,665
	Likelihood Ratio	,239	1	,625
	Fisher's Exact Test			
	Linear-by-Linear Association	,237	1	,626
	N of Valid Cases	3060		
oboist	Pearson Chi-Square	,501	1	,479
	Continuity Correction	,424	1	,515
	Likelihood Ratio	,505	1	,477
	Fisher's Exact Test			
	Linear-by-Linear Association	,501	1	,479
	N of Valid Cases	3060		

Tabla A. 2. Prueba de  $\chi^2$  de Pearson comparando las agrupaciones de los dos grupos de oyentes según las diferentes escuelas de rebajado para las notas graves.

Chi-Square Tests				
Rater		Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
other	Pearson Chi-Square	1,434	1	,231
	Continuity Correction	1,311	1	,252

Chi-Square Tests				
Rater		Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
	Likelihood Ratio	1,418	1	,234
	Fisher's Exact Test			
	Linear-by-Linear Association	1,433	1	,231
	N of Valid Cases	3060		
oboist	Pearson Chi-Square	1,792	1	,181
	Continuity Correction	1,640	1	,200
	Likelihood Ratio	1,766	1	,184
	Fisher's Exact Test			
	Linear-by-Linear Association	1,792	1	,181
	N of Valid Cases	3060		

Tabla A. 3. Prueba de  $\chi^2$  de Pearson comparando las agrupaciones de los dos grupos de oyentes según las diferentes escuelas de rebajado para las notas agudas.

Chi-Square Tests				
Rater		Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
other	Pearson Chi-Square	5,446	1	,020
	Continuity Correction	5,215	1	,022
	N of Valid Cases	3060		
oboist	Pearson Chi-Square	,916	1	,338
	Continuity Correction	,817	1	,366
	N of Valid Cases	3060		

Tabla A. 4. Prueba de  $\chi^2$  de Pearson comparando las agrupaciones de los dos grupos de oyentes según las diferentes escuelas de rebajado para las frases largas.

Chi-Square Tests				
Rater		Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
other	Pearson Chi-Square	13,001	1	,000
	Continuity Correction	12,343	1	,000
	Likelihood Ratio	13,128	1	,000
	Fisher's Exact Test			
	Linear-by-Linear Association	12,983	1	,000
	N of Valid Cases	720		
oboist	Pearson Chi-Square	11,749	1	,001
	Continuity Correction	11,105	1	,001
	Likelihood Ratio	11,865	1	,001
	Fisher's Exact Test			
	Linear-by-Linear Association	11,732	1	,001
	N of Valid Cases	720		

Tabla A. 5. Prueba de  $\chi^2$  de Pearson comparando las agrupaciones de los dos grupos de oyentes según los diferentes oboístas para el *diminuendo*.

Chi-Square Tests				
Rater		Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
other	Pearson Chi-Square	2,156	1	,142
	Continuity Correction	1,999	1	,157
	Likelihood Ratio	2,191	1	,139
	Fisher's Exact Test			
	Linear-by-Linear Association	2,155	1	,142
	N of Valid Cases	3060		
oboist	Pearson Chi-Square	5,275	1	,022
	Continuity Correction	5,018	1	,025
	Likelihood Ratio	5,426	1	,020
	Fisher's Exact Test			
	Linear-by-Linear Association	5,273	1	,022
	N of Valid Cases	3060		

Tabla A. 6. Prueba de  $\chi^2$  de Pearson comparando las agrupaciones de los dos grupos de oyentes según los diferentes oboístas para las notas graves.

Chi-Square Tests				
Rater		Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
other	Pearson Chi-Square	7,782	1	,005
	Continuity Correction	7,492	1	,006
	N of Valid Cases	3060		
oboist	Pearson Chi-Square	403	1	,525
	Continuity Correction	,333	1	,564
	N of Valid Cases	3060		

Tabla A. 7. Prueba de  $\chi^2$  de Pearson comparando las agrupaciones de los dos grupos de oyentes según los diferentes oboístas para las notas agudas.

Chi-Square Tests				
Rater		Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
other	Pearson Chi-Square	11,125	1	,001
	Continuity Correction	10,794	1	,001
	Likelihood Ratio	11,483	1	,001
	Fisher's Exact Test			
	Linear-by-Linear Association	11,122	1	,001
	N of Valid Cases	3060		
oboist	Pearson Chi-Square	48,329	1	,000
	Continuity Correction	47,588	1	,000
	Likelihood Ratio	52,970	1	,000
	Fisher's Exact Test			
	Linear-by-Linear Association	48,313	1	,000
	N of Valid Cases	3060		

Tabla A. 8. Prueba de  $\chi^2$  de Pearson comparando las agrupaciones de los dos grupos de oyentes según los diferentes oboístas para las frases largas.

Chi-Square Tests				
Rater		Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
other	Pearson Chi-Square	26,411	1	,000
	Continuity Correction	25,902	1	,000
	Likelihood Ratio	26,402	1	,000
	Fisher's Exact Test			
	Linear-by-Linear Association	26,402	1	,000
	N of Valid Cases	3060		
oboist	Pearson Chi-Square	247,465	1	,000
	Continuity Correction	245,838	1	,000
	Likelihood Ratio	261,554	1	,000
	Fisher's Exact Test			
	Linear-by-Linear Association	247,385	1	,000
	N of Valid Cases	3060		

Tabla A. 9. Prueba de  $\chi^2$  de Pearson comparando las agrupaciones de los dos grupos de oyentes según los diferentes ataques para las notas graves.

Chi-Square Tests				
Rater		Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
other	Pearson Chi-Square	15,465	1	,000
	Continuity Correction	15,091	1	,000
	Likelihood Ratio	15,442	1	,000
	Fisher's Exact Test			
	Linear-by-Linear Association	15,460	1	,000
	N of Valid Cases	3060		
oboist	Pearson Chi-Square	34,791	1	,000
	Continuity Correction	34,169	1	,000
	Likelihood Ratio	34,848	1	,000
	Fisher's Exact Test			
	Linear-by-Linear Association	34,780	1	,000
	N of Valid Cases	3060		

Tabla A. 10. Prueba de  $\chi^2$  de Pearson comparando las agrupaciones de los dos grupos de oyentes según los diferentes ataques para las notas agudas.

Chi-Square Tests				
Rater		Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
other	Pearson Chi-Square	121,503	1	,000
	Continuity Correction	120,497	1	,000
	Likelihood Ratio	122,816	1	,000
	Fisher's Exact Test			
	Linear-by-Linear Association	121,463	1	,000

Chi-Square Tests				
Rater		Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
N of Valid Cases		3060		
oboist	Pearson Chi-Square	317,346	1	,000
	Continuity Correction	315,608	1	,000
	Likelihood Ratio	337,349	1	,000
	Fisher's Exact Test			
	Linear-by-Linear Association	317,243	1	,000
	N of Valid Cases	3060		

Tabla A. 11. Prueba de  $\chi^2$  de Pearson comparando las agrupaciones de los dos grupos de oyentes según los diferentes ataques para las frases largas.

Chi-Square Tests				
Rater		Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
other	Pearson Chi-Square	,566	1	,452
	Continuity Correction	,343	1	,558
	Likelihood Ratio	,593	1	,441
	Fisher's Exact Test			
	Linear-by-Linear Association	,566	1	,452
	N of Valid Cases	720		
oboist	Pearson Chi-Square	3,376	1	,066
	Continuity Correction	2,772	1	,096
	Likelihood Ratio	3,877	1	,049
	Fisher's Exact Test			
	Linear-by-Linear Association	3,371	1	,066
	N of Valid Cases	720		

Tabla A. 12. Prueba de  $\chi^2$  de Pearson comparando las agrupaciones de los dos grupos de oyentes según las diferentes lengüetas para el *diminuendo*.

Chi-Square Tests				
Rater		Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
other	Pearson Chi-Square	,745	1	,388
	Continuity Correction	,626	1	,429
	Likelihood Ratio	,730	1	,393
	Fisher's Exact Test			
	Linear-by-Linear Association	,745	1	,388
	N of Valid Cases	3060		
oboist	Pearson Chi-Square	9,813	1	,002
	Continuity Correction	9,348	1	,002
	Likelihood Ratio	10,800	1	,001
	Fisher's Exact Test			

Chi-Square Tests				
Rater		Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
	Linear-by-Linear Association	9,809	1	,002
	N of Valid Cases	3060		

Tabla A. 13. Prueba de  $\chi^2$  de Pearson comparando las agrupaciones de los dos grupos de oyentes según las diferentes lengüetas para las notas graves.

Chi-Square Tests				
Rater		Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
other	Pearson Chi-Square	3,998	1	,046
	Continuity Correction	3,725	1	,054
	Likelihood Ratio	3,839	1	,050
	Fisher's Exact Test			
	Linear-by-Linear Association	3,996	1	,046
	N of Valid Cases	3060		
oboist	Pearson Chi-Square	2,514	1	,113
	Continuity Correction	2,277	1	,131
	Likelihood Ratio	2,416	1	,120
	Fisher's Exact Test			
	Linear-by-Linear Association	2,514	1	,113
	N of Valid Cases	3060		

Tabla A. 14. Prueba de  $\chi^2$  de Pearson comparando las agrupaciones de los dos grupos de oyentes según las diferentes lengüetas para las notas agudas.

Chi-Square Tests				
Rater		Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
other	Pearson Chi-Square	6,222	1	,013
	Continuity Correction	5,895	1	,015
	Likelihood Ratio	6,571	1	,010
	Fisher's Exact Test			
	Linear-by-Linear Association	6,220	1	,013
	N of Valid Cases	3060		
oboist	Pearson Chi-Square	18,130	1	,000
	Continuity Correction	17,531	1	,000
	Likelihood Ratio	20,476	1	,000
	Fisher's Exact Test			
	Linear-by-Linear Association	18,124	1	,000
	N of Valid Cases	3060		

Tabla A. 15. Prueba de  $\chi^2$  de Pearson comparando las agrupaciones de los dos grupos de oyentes según las diferentes lengüetas para las frases largas.

7.1.1.2. Acústica de la lengüeta

Paired Samples Test <sup>a</sup>									
		Paired Differences							
		Mean	Std, Deviation	Std, Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference		t	df	Sig, (2-tailed)
					Lower	Upper			
Pair 1	al1 - al2	-,3154	2,4546	,5488	-1,4642	,8333	-,575	19	,572
Pair 2	al1 - am1	,4838	2,7125	,6222	-,8235	1,7912	,778	18	,447
Pair 3	al1 - am2	1,4013	2,6670	,5963	,1531	2,6495	2,350	19	,030
Pair 4	al1 - fr1	,7128	2,6687	,5967	-,5361	1,9618	1,195	19	,247
Pair 5	al1 - fr2	2,1894	2,2428	,50152	1,1397	3,2391	4,366	19	,000
Pair 6	al2 - am1	,7083	2,9005	,6654	-,6896	2,1063	1,064	18	,301
Pair 7	al2 - am2	1,7167	1,9712	,4407	,7941	2,6393	3,895	19	,001
Pair 8	al2 - fr1	1,0283	2,3959	,5357	-,0930	2,1496	1,919	19	,070
Pair 9	al2 - fr2	2,5048	2,0398	,45613	1,5501	3,4595	5,492	19	,000
Pair 10	am1 - am2	,95787	2,1760	,4992	-,0909	2,0066	1,919	18	,071
Pair 11	am1 - fr1	,1322	2,7320	,6267	-1,18451	1,4491	,211	18	,835
Pair 12	am1 - fr2	1,8220	2,1830	,5008	,7698	2,8742	3,638	18	,002
Pair 13	am2 - fr1	-,6884	1,6716	,3737	-1,4708	,0938	-1,842	19	,081
Pair 14	am2 - fr2	,7880	1,4898	,3331	,09083	1,4853	2,366	19	,029
Pair 15	fr1 - fr2	1,4765	1,8339	,4100	,6182	2,334	3,601	19	,002

a. NotaEstable = 1, parámetro = intensitydB

Tabla A.16. Test T comparando las diferentes lengüetas en los valores de intensidad (en dB).

Paired Samples Test <sup>a</sup>									
		Paired Differences							
		Mean	Std, Deviation	Std, Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference		t	df	Sig, (2-tailed)
					Lower	Upper			
Pair 1	al1 - al2	-,0007	,0096	,0019	-,0047	,0032	-,385	24	,703
Pair 2	al1 - am1	,0011	,0123	,0025	-,0040	,0063	,449	23	,657
Pair 3	al1 - am2	,0060	,0101	,0020	,0018	,0102	2,979	24	,007
Pair 4	al1 - fr1	,0027	,0101	,0020	-,0014	,0069	1,340	24	,193
Pair 5	al1 - fr2	,0087	,0092	,0018	,0049	,0125	4,746	24	,000
Pair 6	al2 - am1	,0015	,0152	,0031	-,0049	,0079	,493	23	,627
Pair 7	al2 - am2	,0067	,0114	,0022	,0020	,0114	2,973	24	,007
Pair 8	al2 - fr1	,0034	,0114	,0022	-,0012	,0082	1,510	24	,144
Pair 9	al2 - fr2	,0094	,0120	,0024	,0045	,0144	3,956	24	,001
Pair 10	am1 - am2	,0050	,0099	,0020	,0008	,0092	2,496	23	,020
Pair 11	am1 - fr1	,0013	,0117	,0024	-,0036	,0063	,565	23	,577
Pair 12	am1 - fr2	,0079	,0097	,0019	,0038	,0120	4,028	23	,001
Pair 13	am2 - fr1	-,0033	,0064	,0012	-,0059	-,0006	-2,560	24	,017
Pair 14	am2 - fr2	,0027	,0056	,0011	,0003	,0050	2,417	24	,024
Pair 15	fr1 - fr2	,0060	,00701	,0014	,0031	,0089	4,297	24	,000

Paired Samples Test <sup>a</sup>									
		Paired Differences							
		Mean	Std, Deviation	Std, Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference		t	df	Sig, (2- tailed)
					Lower	Upper			
a. parámetro = amplStdDev									

Tabla A.17. Test T comparando las diferentes lengüetas en los valores de desviación estándar de la amplitud.

Paired Samples Test <sup>a</sup>									
		Paired Differences							
		Mean	Std, Deviation	Std, Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference		t	df	Sig, (2- tailed)
					Lower	Upper			
Pair 1	al1 - al2	-,5894	1,0545	,2419	-1,0977	-,0812	-2,437	18	,025
Pair 2	al1 - am1	,6125	1,5432	,3637	-,1548	1,3800	1,684	17	,110
Pair 3	al1 - am2	,1949	,4729	,1084	-,0330	,4228	1,797	18	,089
Pair 4	al1 - fr1	,0014	,2915	,0668	-,1391	,1419	,022	18	,983
Pair 5	al1 - fr2	-,3333	,6846	,1570	-,6633	-,0033	-2,122	18	,048
Pair 6	al2 - am1	1,2807	2,1119	,4977	,2305	2,3310	2,573	17	,020
Pair 7	al2 - am2	,7844	1,4799	,3395	,07110	1,4977	2,310	18	,033
Pair 8	al2 - fr1	,5909	1,2267	,2814	-,0003	1,1821	2,100	18	,050
Pair 9	al2 - fr2	,2561	,4553	,1044	,03664	,4756	2,452	18	,025
Pair 10	am1 - am2	-,4069	1,5764	,3715	-1,1909	,3770	-1,095	17	,289
Pair 11	am1 - fr1	-,6067	1,6335	,3850	-1,4191	,2055	-1,576	17	,133
Pair 12	am1 - fr2	-,9693	1,9489	,4593	-1,9385	-,0001	-2,110	17	,050
Pair 13	am2 - fr1	-,1934	,3936	,0903	-,3832	-,0037	-2,143	18	,046
Pair 14	am2 - fr2	-,5282	1,0937	,2509	-1,0554	-,0011	-2,105	18	,050
Pair 15	fr1 - fr2	-,3347	,8207	,1882	-,7303	,0608	-1,778	18	,092
a. Para F0=1, parámetro = MeanF0st									

Tabla A.18. Test T comparando las diferentes lengüetas en los valores frecuencia media (F0 en semitonos).

Paired Samples Test <sup>a</sup>									
		Paired Differences							
		Mean	Std, Deviation	Std, Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference		t	df	Sig, (2- tailed)
					Lower	Upper			
Pair 1	al1 - al2	1,2882	2,3314	,5087	,22697	2,3495	2,532	20	,020
Pair 2	al1 - am1	,2670	1,6320	,3561	-,4758	1,0099	,750	20	,462
Pair 3	al1 - am2	-,3686	1,0292	,2245	-,8371	,0998	-1,641	20	,116
Pair 4	al1 - fr1	,0660	,3474	,0758	-,0921	,2242	,871	20	,394
Pair 5	al1 - fr2	1,1376	2,1754	,4747	,1473	2,1278	2,396	20	,026
Pair 6	al2 - am1	-1,0211	2,3218	,5066	-2,0780	,0357	-2,015	20	,057
Pair 7	al2 - am2	-1,6569	2,7510	,6003	-2,9091	-,4046	-2,760	20	,012
Pair 8	al2 - fr1	-1,2222	2,2875	,4991	-2,2634	-,1809	-2,448	20	,024

Paired Samples Test <sup>a</sup>									
		Paired Differences							
		Mean	Std, Deviation	Std, Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference		t	df	Sig, (2-tailed)
					Lower	Upper			
Pair 9	al2 - fr2	-,1506	,6577	,1435	-,4500	,1487	-1,049	20	,306
Pair 10	am1 - am2	-,6357	1,7268	,3768	-1,4217	,1503	-1,687	20	,107
Pair 11	am1 - fr1	-,2010	1,6926	,3693	-,9715	,5694	-,544	20	,592
Pair 12	am1 - fr2	,8705	2,2279	,4861	-,14358	1,8846	1,791	20	,089
Pair 13	am2 - fr1	,4347	1,0958	,2391	-,0641	,9335	1,818	20	,084
Pair 14	am2 - fr2	1,5062	2,5624	,5591	,3398	2,6726	2,694	20	,014
Pair 15	fr1 - fr2	1,0715	2,0591	,4493	,1342	2,008	2,385	20	,027

a. para Inestabilidad = 1, parámetro = stdDevSt

Tabla A.19. Test T comparando las diferentes lengüetas en los valores de desviación estándar de la afinación (F0 en semitonos).

Paired Samples Test <sup>a</sup>									
		Paired Differences							
		Mean	Std, Deviation	Std, Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference		t	df	Sig, (2-tailed)
					Lower	Upper			
Pair 1	al1 - al2	,0160	,0333	,0072	,0008	,0312	2,208	20	,039
Pair 2	al1 - am1	,0051	,0388	,0084	-,0125	,0228	,608	20	,550
Pair 3	al1 - am2	-,0046	,0281	,0061	-,0174	,0081	-,764	20	,454
Pair 4	al1 - fr1	,0091	,0326	,0071	-,0057	,0240	1,286	20	,213
Pair 5	al1 - fr2	,0250	,0356	,0077	,0088	,0412	3,228	20	,004
Pair 6	al2 - am1	-,0109	,0352	,0076	-,0269	,0050	-1,423	20	,170
Pair 7	al2 - am2	-,0207	,0344	,0075	-,0364	-,0050	-2,763	20	,012
Pair 8	al2 - fr1	-,0069	,0437	,0095	-,0268	,0130	-,724	20	,477
Pair 9	al2 - fr2	,0089	,0333	,0072	-,0061	,0241	1,237	20	,230
Pair 10	am1 - am2	-,0098	,0303	,0066	-,0236	,0039	-1,488	20	,152
Pair 11	am1 - fr1	,0040	,0384	,0084	-,0135	,0215	,479	20	,637
Pair 12	am1 - fr2	,0199	,0366	,0079	,0032	,0366	2,493	20	,022
Pair 13	am2 - fr1	,0138	,0309	,0067	-,0002	,0279	2,051	20	,054
Pair 14	am2 - fr2	,0297	,0356	,0077	,0135	,0460	3,828	20	,001
Pair 15	fr1 - fr2	,0159	,0377	,0082	-,0012	,0331	1,930	20	,068

a. para Inestabilidad = 1, parámetro = jitter

Tabla A.20. Test T comparando las diferentes lengüetas en los valores de jitter.

Paired Samples Test <sup>a</sup>									
		Paired Differences							
		Mean	Std, Deviation	Std, Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference		t	df	Sig, (2-tailed)
					Lower	Upper			
Pair 1	al1 - al2	11,4347	42,6516	8,8934	-7,0091	29,8787	1,286	22	,212

Paired Samples Test <sup>a</sup>									
		Paired Differences							
		Mean	Std, Deviation	Std, Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference		t	df	Sig, (2-tailed)
					Lower	Upper			
Pair 2	al1 - am1	-3,4545	25,6324	5,4648	-14,8193	7,9102	-,632	21	,534
Pair 3	al1 - am2	,1304	14,9158	3,1101	-6,3196	6,5805	,042	22	,967
Pair 4	al1 - fr1	8,9565	23,9060	4,9847	-1,3812	19,2942	1,797	22	,086
Pair 5	al1 - fr2	-11,3913	52,4289	10,9321	-34,0632	11,2806	-1,042	22	,309
Pair 6	al2 - am1	-14,9545	48,6459	10,3713	-36,5229	6,6138	-1,442	21	,164
Pair 7	al2 - am2	-11,3043	35,1224	7,3235	-26,4924	3,8837	-1,544	22	,137
Pair 8	al2 - fr1	-2,4782	50,7380	10,5796	-24,4190	19,4625	-,234	22	,817
Pair 9	al2 - fr2	-22,8260	73,0893	15,2401	-54,4323	8,7801	-1,498	22	,148
Pair 10	am1 - am2	3,36363	29,8768	6,3697	-9,8829	16,6102	,528	21	,603
Pair 11	am1 - fr1	13,0000	40,5509	8,6454	-4,9792	30,9792	1,504	21	,148
Pair 12	am1 - fr2	-9,0000	53,9647	11,5053	-32,9266	14,9266	-,782	21	,443
Pair 13	am2 - fr1	8,8260	21,2081	4,4222	-,3450	17,9971	1,996	22	,058
Pair 14	am2 - fr2	-11,5217	49,4054	10,3017	-32,8862	9,8427	-1,118	22	,275
Pair 15	fr1 - fr2	-20,3478	37,6667	7,8540	-36,6361	-4,0595	-2,591	22	,017

a. vibracionitud = 1, parámetro = NoVoicedFrames

Tabla A.21. Test T comparando las diferentes lengüetas en los valores de facilidad de vibración (*No. Voiced Frames*).

Paired Samples Test <sup>a</sup>									
		Paired Differences							
		Mean	Std, Deviation	Std, Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference		t	df	Sig, (2-tailed)
					Lower	Upper			
Pair 1	al1 - al2	-1,2152	3,4702	,6940	-2,6477	,2171	-1,751	24	,093
Pair 2	al1 - am1	2,9870	4,6770	,9546	1,0121	4,9619	3,129	23	,005
Pair 3	al1 - am2	,6379	3,7668	,7533	-,9168	2,1928	,847	24	,405
Pair 4	al1 - fr1	-,2997	3,5430	,7086	-1,7622	1,1627	-,423	24	,676
Pair 5	al1 - fr2	,0898	2,6907	,5381	-1,0207	1,2005	,167	24	,869
Pair 6	al2 - am1	4,1426	5,8751	1,1992	1,6618	6,6235	3,454	23	,002
Pair 7	al2 - am2	1,8532	4,0304	,8060	,1895	3,5169	2,299	24	,031
Pair 8	al2 - fr1	,9155	3,6596	,7319	-,5951	2,4261	1,251	24	,223
Pair 9	al2 - fr2	1,3051	3,2219	,6443	-,02481	2,6351	2,025	24	,054
Pair 10	am1 - am2	-2,2768	2,8709	,5860	-3,4891	-1,0645	-3,885	23	,001
Pair 11	am1 - fr1	-3,3636	3,7939	,7744	-4,9656	-1,7615	-4,343	23	,000
Pair 12	am1 - fr2	-2,9255	5,2133	1,0641	-5,1269	-,7241	-2,749	23	,011
Pair 13	am2 - fr1	-,9377	2,8059	,5611	-2,0959	,2205	-1,671	24	,108
Pair 14	am2 - fr2	-,5481	4,5886	,9177	-2,4421	1,3459	-,597	24	,556
Pair 15	fr1 - fr2	,3896	3,8660	,7732	-1,2062	1,9854	,504	24	,619

a. parámetro = HarmonicityMean

Tabla A22. Test T comparando las diferentes lengüetas en los valores de armonicidad media.

Paired Samples Test <sup>a</sup>									
		Paired Differences							
		Mean	Std, Deviation	Std, Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference		t	df	Sig, (2-tailed)
					Lower	Upper			
Pair 1	al1 - al2	-23,0693	53,4317	10,6863	-45,1249	-1,0138	-2,159	24	,041
Pair 2	al1 - am1	29,5328	53,6025	10,9415	6,8984	52,1671	2,699	23	,013
Pair 3	al1 - am2	26,4218	50,3021	10,0604	5,6581	47,1855	2,626	24	,015
Pair 4	al1 - fr1	12,0020	23,7864	4,7572	2,1834	21,8206	2,523	24	,019
Pair 5	al1 - fr2	20,8253	37,2863	7,4572	5,4343	36,2164	2,793	24	,010
Pair 6	al2 - am1	51,5894	93,5625	19,0983	12,0814	91,0974	2,701	23	,013
Pair 7	al2 - am2	49,4912	81,0151	16,2030	16,0498	82,9326	3,054	24	,005
Pair 8	al2 - fr1	35,0714	63,4705	12,6941	8,8720	61,2707	2,763	24	,011
Pair 9	al2 - fr2	43,8947	78,7037	15,7407	11,4074	76,3820	2,789	24	,010
Pair 10	am1 - am2	-2,2640	45,0014	9,1858	-21,2665	16,7384	-,246	23	,808
Pair 11	am1 - fr1	-16,6979	36,6656	7,4843	-32,1804	-1,2153	-2,231	23	,036
Pair 12	am1 - fr2	-5,9904	27,9330	5,7018	-17,7854	5,8046	-1,051	23	,304
Pair 13	am2 - fr1	-14,4197	40,4813	8,0962	-31,1296	2,2900	-1,781	24	,088
Pair 14	am2 - fr2	-5,5964	35,4341	7,0868	-20,2229	9,0300	-,790	24	,437
Pair 15	fr1 - fr2	8,8233	23,8933	4,7786	-1,0393	18,6860	1,846	24	,077

a. parámetro = spectrum Kurtosis

Tabla A.23. Test T comparando las diferentes lengüetas en los valores de Kurtosis.

Paired Samples Test <sup>a</sup>									
		Paired Differences							
		Mean	Std, Deviation	Std, Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference		t	df	Sig, (2-tailed)
					Lower	Upper			
Pair 1	al1 - al2	-,9983	1,9042	,3808	-1,7844	-,2123	-2,621	24	,015
Pair 2	al1 - am1	1,6852	3,1857	,6502	,3400	3,0305	2,592	23	,016
Pair 3	al1 - am2	1,1348	2,6186	,5237	,0539	2,2158	2,167	24	,040
Pair 4	al1 - fr1	,8391	1,1675	,2335	,35725	1,3211	3,594	24	,001
Pair 5	al1 - fr2	1,3783	1,9015	,3803	,5934	2,1633	3,624	24	,001
Pair 6	al2 - am1	2,6369	4,4543	,9092	,7560	4,5178	2,900	23	,008
Pair 7	al2 - am2	2,1332	3,4967	,6993	,6898	3,5766	3,050	24	,006
Pair 8	al2 - fr1	1,8375	2,3432	,4686	,8703	2,8048	3,921	24	,001
Pair 9	al2 - fr2	2,3767	3,3068	,6613	1,0117	3,7417	3,594	24	,001
Pair 10	am1 - am2	-,4917	2,2383	,4568	-1,4369	,4534	-1,076	23	,293
Pair 11	am1 - fr1	-,7985	2,4009	,4900	-1,8123	,2152	-1,629	23	,117
Pair 12	am1 - fr2	-,2169	1,8299	,3735	-,9897	,5557	-,581	23	,567
Pair 13	am2 - fr1	-,2957	1,9120	,3824	-1,0849	,4935	-,773	24	,447
Pair 14	am2 - fr2	,2434	1,6173	,3234	-,4241	,9111	,753	24	,459
Pair 15	fr1 - fr2	,5391	1,3320	,2664	-,01064	1,0890	2,024	24	,054

a. parámetro = spectrum Skewness

Tabla A.24. Test T comparando las diferentes lengüetas en los valores de Skewness.

## 7.1.2. Experimento principal

### 7.1.2.1. Percepción tímbrica

Chi-Square Tests					
	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)
Pearson Chi-Square	,104 <sup>a</sup>	1	,747		
Continuity Correction <sup>b</sup>	,073	1	,787		
Likelihood Ratio	,104	1	,747		
Fisher's Exact Test				,752	,393
Linear-by-Linear Association	,104	1	,747		
N of Valid Cases	2907				

a. 0 cells (.0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 198.95.  
b. Computed only for a 2x2 table

Tabla A.25. Prueba de  $\chi^2$  de Pearson comparando las agrupaciones de los oyentes según los diferentes grosores en el estímulo 1.

Chi-Square Tests					
	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)
Pearson Chi-Square	2,899 <sup>a</sup>	1	,089		
Continuity Correction <sup>b</sup>	2,721	1	,099		
Likelihood Ratio	2,874	1	,090		
Fisher's Exact Test				,089	,050
Linear-by-Linear Association	2,898	1	,089		
N of Valid Cases	3610				

a. 0 cells (.0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 165.00.  
b. Computed only for a 2x2 table

Tabla A.26. Prueba de  $\chi^2$  de Pearson comparando las agrupaciones de los oyentes según los diferentes grosores en el estímulo 2.

Chi-Square Tests					
	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)
Pearson Chi-Square	,796 <sup>a</sup>	1	,372		
Continuity Correction <sup>b</sup>	,696	1	,404		
Likelihood Ratio	,788	1	,375		
Fisher's Exact Test				,387	,202
Linear-by-Linear Association	,796	1	,372		
N of Valid Cases	2907				

a. 0 cells (.0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 125.26.  
b. Computed only for a 2x2 table

Tabla A.27. Prueba de  $\chi^2$  de Pearson comparando las agrupaciones de los oyentes según los diferentes moldes en el estímulo 1.

Chi-Square Tests					
	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)
Pearson Chi-Square	1,015 <sup>a</sup>	1	,314		
Continuity Correction <sup>b</sup>	,902	1	,342		
Likelihood Ratio	1,004	1	,316		
Fisher's Exact Test				,327	,171
Linear-by-Linear Association	1,015	1	,314		
N of Valid Cases	2907				

a. 0 cells (.0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 125.26.  
b. Computed only for a 2x2 table

Tabla A.28. Prueba de  $\chi^2$  de Pearson comparando las agrupaciones de los oyentes según las diferentes escuelas de rebajado en el estímulo 1.

Chi-Square Tests					
	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)
Pearson Chi-Square	,418 <sup>a</sup>	1	,518		
Continuity Correction <sup>b</sup>	,349	1	,555		
Likelihood Ratio	,415	1	,520		
Fisher's Exact Test				,540	,276
Linear-by-Linear Association	,417	1	,518		
N of Valid Cases	3610				

a. 0 cells (.0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 134.20.  
b. Computed only for a 2x2 table

Tabla A.29. Prueba de  $\chi^2$  de Pearson comparando las agrupaciones de los oyentes según las diferentes escuelas de rebajado en el estímulo 2.

Chi-Square Tests					
	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)
Pearson Chi-Square	6,907 <sup>a</sup>	1	,009		
Continuity Correction <sup>b</sup>	6,562	1	,010		
Likelihood Ratio	6,569	1	,010		
Fisher's Exact Test				,010	,006
Linear-by-Linear Association	6,905	1	,009		
N of Valid Cases	3610				

a. 0 cells (.0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 79.20.  
b. Computed only for a 2x2 table

Tabla A.30. Prueba de  $\chi^2$  de Pearson comparando las agrupaciones de los oyentes según los diferentes

oboístas de rebajado en el estímulo 2.

## 7.1.2.2. Acústica de la lengüeta

Pruebas de los efectos inter-sujetos <sup>a</sup>						
Variable dependiente: Valor Norm.						
Origen	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Sig.	Eta al cuadrado parcial
Modelo corregido	753,012 <sup>b</sup>	119	6,328	47,140	0,000	0,829
Intersección	130,435	1	130,435	971,685	0,000	0,456
rebajado	338,465	2	169,232	1260,714	0,000	0,685
molde	0,231	1	0,231	1,718	0,190	0,001
grosor	10,445	1	10,445	77,811	0,000	0,063
oboista	273,124	10	27,312	203,467	0,000	0,637
rebajado * molde	1,860	2	0,930	6,929	0,001	0,012
rebajado * grosor	2,005	2	1,003	7,469	0,001	0,013
rebajado * oboista	10,344	19	0,544	4,056	0,000	0,062
molde * grosor	1,004	1	1,004	7,483	0,006	0,006
molde * oboista	7,650	9	0,850	6,332	0,000	0,047
grosor * oboista	7,698	10	0,770	5,735	0,000	0,047
rebajado * molde * grosor	0,977	2	0,489	3,640	0,027	0,006
rebajado * molde * oboista	7,620	16	0,476	3,548	0,000	0,047
rebajado * grosor * oboista	10,009	16	0,626	4,660	0,000	0,060
molde * grosor * oboista	3,105	8	0,388	2,892	0,003	0,020
rebajado * molde * grosor * oboista	10,819	16	0,676	5,037	0,000	0,065
Error	155,579	1159	0,134			
Total	1008,390	1279				
Total corregida	908,591	1278				
a. Measurement = F0 Mean (st)						
b. R cuadrado = ,829 (R cuadrado corregida = ,811)						

Tabla A.31. Análisis de varianza factorial sobre la frecuencia media (en semitonos) para los factores rebajado, molde, grosor y oboista.

Pruebas de los efectos inter-sujetos <sup>a</sup>						
Variable dependiente: Valor Norm.						
Origen	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Sig.	Eta al cuadrado parcial
Modelo corregido	166,794 <sup>b</sup>	119	1,402	1,670	0,000	0,146
Intersección	7,212	1	7,212	8,593	0,003	0,007
rebajado	15,714	2	7,857	9,362	0,000	0,016

Pruebas de los efectos inter-sujetos <sup>a</sup>						
Variable dependiente: Valor Norm.						
Origen	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Sig.	Eta al cuadrado parcial
molde	0,095	1	0,095	0,113	0,737	0,000
grosor	3,497	1	3,497	4,167	0,041	0,004
oboista	42,747	10	4,275	5,093	0,000	0,042
rebajado * molde	2,958	2	1,479	1,762	0,172	0,003
rebajado * grosor	0,175	2	0,088	0,104	0,901	0,000
rebajado * oboista	37,238	19	1,960	2,335	0,001	0,037
molde * grosor	0,796	1	0,796	0,948	0,330	0,001
molde * oboista	4,161	9	0,462	0,551	0,838	0,004
grosor * oboista	6,203	10	0,620	0,739	0,688	0,006
rebajado * molde * grosor	1,749	2	0,874	1,042	0,353	0,002
rebajado * molde * oboista	9,197	16	0,575	0,685	0,811	0,009
rebajado * grosor * oboista	13,882	16	0,868	1,034	0,417	0,014
molde * grosor * oboista	2,955	8	0,369	0,440	0,897	0,003
rebajado * molde * grosor * oboista	12,572	16	0,786	0,936	0,527	0,013
Error	972,696	1159	0,839			
Total	1145,411	1279				
Total corregida	1139,490	1278				
a. Measurement = F0 Delta (en Hz)						
b. R cuadrado = ,146 (R cuadrado corregida = ,059)						

Tabla A.32. Análisis de varianza factorial sobre el delta de la frecuencia para los factores rebajado, molde, grosor y oboista.

Pruebas de los efectos inter-sujetos <sup>a</sup>						
Variable dependiente: Valor Norm.						
Origen	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Sig.	Eta al cuadrado parcial
Modelo corregido	174,777 <sup>b</sup>	119	1,469	1,578	0,000	0,139
Intersección	3,840	1	3,840	4,125	0,042	0,004
rebajado	8,297	2	4,149	4,457	0,012	0,008
molde	0,513	1	0,513	0,551	0,458	0,000
grosor	0,093	1	0,093	0,100	0,752	0,000
oboista	49,824	10	4,982	5,352	0,000	0,044
rebajado * molde	1,718	2	0,859	0,923	0,398	0,002
rebajado * grosor	0,072	2	0,036	0,039	0,962	0,000

Pruebas de los efectos inter-sujetos <sup>a</sup>						
Variable dependiente: Valor Norm.						
Origen	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Sig.	Eta al cuadrado parcial
rebajado * oboista	29,889	19	1,573	1,690	0,032	0,027
molde * grosor	0,101	1	0,101	0,108	0,742	0,000
molde * oboista	2,969	9	0,330	0,354	0,956	0,003
grosor * oboista	5,257	10	0,526	0,565	0,844	0,005
rebajado * molde * grosor	3,938	2	1,969	2,115	0,121	0,004
rebajado * molde * oboista	19,299	16	1,206	1,296	0,191	0,018
rebajado * grosor * oboista	9,085	16	0,568	0,610	0,878	0,008
molde * grosor * oboista	4,140	8	0,517	0,556	0,814	0,004
rebajado * molde * grosor * oboista	18,970	16	1,186	1,274	0,206	0,017
Error	1078,947	1159	0,931			
Total	1256,377	1279				
Total corregida	1253,724	1278				
a. Measurement = F0 Std Dev (st)						
b. R cuadrado = ,139 (R cuadrado corregida = ,051)						

Tabla A.33. Análisis de varianza factorial sobre la desviación estándar de la frecuencia (en semitonos) para los factores rebajado, molde, grosor y oboísta.

Pruebas de los efectos inter-sujetos <sup>a</sup>						
Variable dependiente: Valor Norm.						
Origen	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Sig.	Eta al cuadrado parcial
Modelo corregido	1466,818 <sup>b</sup>	180	8,149	33,102	0,000	0,776
Intersección	14,083	1	14,083	57,206	0,000	0,032
rebajado	23,116	2	11,558	46,949	0,000	0,052
molde	4,581	2	2,290	9,304	0,000	0,011
grosor	4,815	1	4,815	19,559	0,000	0,011
oboista	1225,114	10	122,511	497,651	0,000	0,743
rebajado * molde	3,072	4	0,768	3,120	0,014	0,007
rebajado * grosor	1,513	2	0,756	3,073	0,047	0,004
rebajado * oboista	30,612	20	1,531	6,217	0,000	0,067
molde * grosor	9,903	2	4,951	20,113	0,000	0,023
molde * oboista	11,954	20	0,598	2,428	0,000	0,027
grosor * oboista	7,780	10	0,778	3,160	0,001	0,018
rebajado * molde * grosor	17,223	4	4,306	17,490	0,000	0,039

Pruebas de los efectos inter-sujetos <sup>a</sup>						
Variable dependiente: Valor Norm.						
Origen	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Sig.	Eta al cuadrado parcial
rebajado * molde * oboista	26,880	33	0,815	3,309	0,000	0,060
rebajado * grosor * oboista	8,543	16	0,534	2,169	0,005	0,020
molde * grosor * oboista	17,536	16	1,096	4,452	0,000	0,040
rebajado * molde * grosor * oboista	38,947	32	1,217	4,944	0,000	0,084
Error	423,182	1719	0,246			
Total	1890,000	1900				
Total corregida	1890,000	1899				
a. Measurement = Intensity (en dB)						
b. R cuadrado = ,776 (R cuadrado corregida = ,753)						

Tabla A.34. Análisis de varianza factorial sobre intensidad (en dB) para los factores rebajado, molde, grosor y oboista.

Pruebas de los efectos inter-sujetos <sup>a</sup>						
Variable dependiente: Valor Norm.						
Origen	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Sig.	Eta al cuadrado parcial
Modelo corregido	1345,703 <sup>b</sup>	180	7,476	23,611	0,000	0,712
Intersección	15,216	1	15,216	48,056	0,000	0,027
rebajado	14,084	2	7,042	22,240	0,000	0,025
molde	5,392	2	2,696	8,515	0,000	0,010
grosor	4,104	1	4,104	12,961	0,000	0,007
oboista	1074,856	10	107,486	339,461	0,000	0,664
rebajado * molde	4,486	4	1,121	3,542	0,007	0,008
rebajado * grosor	3,657	2	1,829	5,775	0,003	0,007
rebajado * oboista	31,939	20	1,597	5,043	0,000	0,055
molde * grosor	10,183	2	5,092	16,081	0,000	0,018
molde * oboista	13,777	20	0,689	2,176	0,002	0,025
grosor * oboista	13,025	10	1,302	4,114	0,000	0,023
rebajado * molde * grosor	12,767	4	3,192	10,080	0,000	0,023
rebajado * molde * oboista	27,853	33	0,844	2,666	0,000	0,049
rebajado * grosor * oboista	10,168	16	0,636	2,007	0,010	0,018
molde * grosor * oboista	16,170	16	1,011	3,192	0,000	0,029
rebajado * molde * grosor * oboista	43,140	32	1,348	4,258	0,000	0,073
Error	544,297	1719	0,317			

Pruebas de los efectos inter-sujetos <sup>a</sup>						
Variable dependiente: Valor Norm.						
Origen	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Sig.	Eta al cuadrado parcial
Total	1890,000	1900				
Total corregida	1890,000	1899				
a. Measurement = Amplitude Std Dev						
b. R cuadrado = ,712 (R cuadrado corregida = ,682)						

Tabla A.35. Análisis de varianza factorial sobre la desviación estándar de la amplitud para los factores rebajado, molde, grosor y oboista.

Pruebas de los efectos inter-sujetos <sup>a</sup>						
Variable dependiente: Valor Norm.						
Origen	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Sig.	Eta al cuadrado parcial
Modelo corregido	610,328 <sup>b</sup>	180	3,391	4,555	0,000	0,323
Intersección	0,891	1	0,891	1,197	0,274	0,001
rebajado	15,090	2	7,545	10,135	0,000	0,012
molde	1,700	2	0,850	1,142	0,319	0,001
grosor	6,206	1	6,206	8,337	0,004	0,005
oboista	239,265	10	23,927	32,141	0,000	0,158
rebajado * molde	0,734	4	0,184	0,247	0,912	0,001
rebajado * grosor	1,510	2	0,755	1,014	0,363	0,001
rebajado * oboista	94,244	20	4,712	6,330	0,000	0,069
molde * grosor	9,195	2	4,597	6,176	0,002	0,007
molde * oboista	27,998	20	1,400	1,880	0,010	0,021
grosor * oboista	13,494	10	1,349	1,813	0,054	0,010
rebajado * molde * grosor	6,855	4	1,714	2,302	0,057	0,005
rebajado * molde * oboista	33,298	33	1,009	1,355	0,086	0,025
rebajado * grosor * oboista	29,357	16	1,835	2,465	0,001	0,022
molde * grosor * oboista	16,119	16	1,007	1,353	0,156	0,012
rebajado * molde * grosor * oboista	91,104	32	2,847	3,824	0,000	0,066
Error	1279,672	1719	0,744			
Total	1890,000	1900				
Total corregida	1890,000	1899				
a. Measurement = Number Voiced Frames						
b. R cuadrado = ,323 (R cuadrado corregida = ,252)						

Tabla A.36. Análisis de varianza factorial el *Nº Voiced Frames* para los factores rebajado, molde, grosor y

oboísta.

Pruebas de los efectos inter-sujetos <sup>a</sup>						
Variable dependiente: Valor Norm.						
Origen	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Sig.	Eta al cuadrado parcial
Modelo corregido	737,328 <sup>b</sup>	180	4,096	6,109	0,000	0,390
Intersección	2,107	1	2,107	3,142	0,076	0,002
rebajado	12,139	2	6,070	9,052	0,000	0,010
molde	6,850	2	3,425	5,108	0,006	0,006
grosor	0,193	1	0,193	0,288	0,592	0,000
oboísta	503,746	10	50,375	75,125	0,000	0,304
rebajado * molde	3,125	4	0,781	1,165	0,324	0,003
rebajado * grosor	3,977	2	1,988	2,965	0,052	0,003
rebajado * oboísta	34,700	20	1,735	2,587	0,000	0,029
molde * grosor	1,727	2	0,864	1,288	0,276	0,001
molde * oboísta	12,604	20	0,630	0,940	0,535	0,011
grosor * oboísta	4,577	10	0,458	0,683	0,742	0,004
rebajado * molde * grosor	10,872	4	2,718	4,053	0,003	0,009
rebajado * molde * oboísta	32,722	33	0,992	1,479	0,040	0,028
rebajado * grosor * oboísta	11,468	16	0,717	1,069	0,380	0,010
molde * grosor * oboísta	16,964	16	1,060	1,581	0,066	0,015
rebajado * molde * grosor * oboísta	32,869	32	1,027	1,532	0,029	0,028
Error	1152,672	1719	0,671			
Total	1890,000	1900				
Total corregida	1890,000	1899				
a. Measurement = Harmonicity Mean						
b. R cuadrado = ,390 (R cuadrado corregida = ,326)						

Tabla A.37. Análisis de varianza factorial de la armonicidad media para los factores rebajado, molde, grosor y oboísta.

Pruebas de los efectos inter-sujetos <sup>a</sup>						
Variable dependiente: Valor Norm.						
Origen	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Sig.	Eta al cuadrado parcial
Modelo corregido	497,963 <sup>b</sup>	180	2,766	3,416	0,000	0,263
Intersección	0,579	1	0,579	0,715	0,398	0,000
rebajado	139,128	2	69,564	85,904	0,000	0,091
molde	18,381	2	9,191	11,349	0,000	0,013

Pruebas de los efectos inter-sujetos <sup>a</sup>						
Variable dependiente: Valor Norm.						
Origen	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Sig.	Eta al cuadrado parcial
grosor	6,135	1	6,135	7,576	0,006	0,004
oboista	148,542	10	14,854	18,343	0,000	0,096
rebajado * molde	30,687	4	7,672	9,474	0,000	0,022
rebajado * grosor	5,708	2	2,854	3,525	0,030	0,004
rebajado * oboista	20,850	20	1,042	1,287	0,176	0,015
molde * grosor	3,369	2	1,684	2,080	0,125	0,002
molde * oboista	13,246	20	0,662	0,818	0,694	0,009
grosor * oboista	4,131	10	0,413	0,510	0,884	0,003
rebajado * molde * grosor	3,099	4	0,775	0,957	0,430	0,002
rebajado * molde * oboista	31,055	33	0,941	1,162	0,243	0,022
rebajado * grosor * oboista	16,086	16	1,005	1,241	0,228	0,011
molde * grosor * oboista	10,270	16	0,642	0,793	0,695	0,007
rebajado * molde * grosor * oboista	26,070	32	0,815	1,006	0,458	0,018
Error	1392,037	1719	0,810			
Total	1890,000	1900				
Total corregida	1890,000	1899				
a. Measurement = Harmonicity Std Dev						
b. R cuadrado = ,263 (R cuadrado corregida = ,186)						

Tabla A.38. Análisis de varianza factorial de la desviación estándar de la armonicidad para los factores rebajado, molde, grosor y oboista.

Pruebas de los efectos inter-sujetos <sup>a</sup>						
Variable dependiente: Valor Norm.						
Origen	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Sig.	Eta al cuadrado parcial
Modelo corregido	450,085 <sup>b</sup>	180	2,500	2,985	0,000	0,238
Intersección	0,142	1	0,142	0,170	0,680	0,000
rebajado	46,551	2	23,275	27,787	0,000	0,031
molde	4,796	2	2,398	2,863	0,057	0,003
grosor	0,636	1	0,636	0,759	0,384	0,000
oboista	158,101	10	15,810	18,874	0,000	0,099
rebajado * molde	4,291	4	1,073	1,281	0,275	0,003
rebajado * grosor	6,694	2	3,347	3,996	0,019	0,005
rebajado * oboista	44,122	20	2,206	2,634	0,000	0,030

Pruebas de los efectos inter-sujetos <sup>a</sup>						
Variable dependiente: Valor Norm.						
Origen	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Sig.	Eta al cuadrado parcial
molde * grosor	11,549	2	5,774	6,894	0,001	0,008
molde * oboista	13,927	20	0,696	0,831	0,677	0,010
grosor * oboista	8,794	10	0,879	1,050	0,399	0,006
rebajado * molde * grosor	8,340	4	2,085	2,489	0,042	0,006
rebajado * molde * oboista	43,408	33	1,315	1,570	0,021	0,029
rebajado * grosor * oboista	12,831	16	0,802	0,957	0,502	0,009
molde * grosor * oboista	19,333	16	1,208	1,443	0,113	0,013
rebajado * molde * grosor * oboista	36,233	32	1,132	1,352	0,091	0,025
Error	1439,915	1719	0,838			
Total	1890,000	1900				
Total corregida	1890,000	1899				
a. Measurement = Band Energy Diff (third)						
b. R cuadrado = ,238 (R cuadrado corregida = ,158)						

Tabla A.39. Análisis de varianza factorial de la diferencia de energía de bandas entre las frecuencias por debajo de una 3ª mayor para los factores rebajado, molde, grosor y oboísta.

Pruebas de los efectos inter-sujetos <sup>a</sup>						
Variable dependiente: Valor Norm.						
Origen	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Sig.	Eta al cuadrado parcial
Modelo corregido	767,977 <sup>b</sup>	180	4,267	6,537	0,000	0,406
Intersección	0,087	1	0,087	0,134	0,715	0,000
rebajado	127,927	2	63,964	97,996	0,000	0,102
molde	108,835	2	54,417	83,370	0,000	0,088
grosor	32,741	1	32,741	50,161	0,000	0,028
oboista	167,522	10	16,752	25,665	0,000	0,130
rebajado * molde	10,766	4	2,691	4,123	0,002	0,010
rebajado * grosor	7,939	2	3,970	6,082	0,002	0,007
rebajado * oboista	27,998	20	1,400	2,145	0,002	0,024
molde * grosor	10,561	2	5,281	8,090	0,000	0,009
molde * oboista	23,651	20	1,183	1,812	0,015	0,021
grosor * oboista	9,950	10	0,995	1,524	0,125	0,009
rebajado * molde * grosor	16,394	4	4,098	6,279	0,000	0,014
rebajado * molde * oboista	66,748	33	2,023	3,099	0,000	0,056

Pruebas de los efectos inter-sujetos <sup>a</sup>						
Variable dependiente: Valor Norm.						
Origen	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Sig.	Eta al cuadrado parcial
rebajado * grosor * oboista	31,289	16	1,956	2,996	0,000	0,027
molde * grosor * oboista	28,368	16	1,773	2,716	0,000	0,025
rebajado * molde * grosor * oboista	54,420	32	1,701	2,605	0,000	0,046
Error	1122,023	1719	0,653			
Total	1890,000	1900				
Total corregida	1890,000	1899				
a. Measurement = Spectrum Center Gravity						
b. R cuadrado = ,406 (R cuadrado corregida = ,344)						

Tabla A.40. Análisis de varianza factorial del centro de gravedad espectral para los factores rebajado, molde, grosor y oboista.

Pruebas de efectos intra-sujetos.								
Medida: MEASURE_1								
Measurement	Origen		Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Sig.	Eta al cuadrado parcial
Amplitude Std Dev	rebajados	Greenhouse-Geisser	20,457	1,856	11,022	34,509	0,000	0,058
Band Energy Diff (4st)	rebajados	Greenhouse-Geisser	59,147	1,973	29,973	43,534	0,000	0,072
F0 Delta (Hz)	rebajados	Greenhouse-Geisser	9,880	1,855	5,325	6,557	0,002	0,012
F0 Mean (Hz)	rebajados	Greenhouse-Geisser	594,265	1,977	300,619	1396,976	0,000	0,715
F0 Std Dev (st)	rebajados	Greenhouse-Geisser	37,201	1,866	19,934	23,293	0,000	0,040
Harmonicity Mean	rebajados	Greenhouse-Geisser	14,192	1,813	7,829	12,036	0,000	0,021
Intensity (dB)	rebajados	Greenhouse-Geisser	28,135	1,938	14,515	55,866	0,000	0,091
Number Voiced Frames	rebajados	Greenhouse-Geisser	24,032	1,963	12,244	19,416	0,000	0,034
Spectrum Center Gravity	rebajados	Greenhouse-Geisser	120,859	1,961	61,617	90,942	0,000	0,140

Tabla A.41. Efectos intra-sujetos del ANOVA con medidas repetidas para los diferentes parámetros acústicos analizados en función del rebajado.

Prueba de muestras relacionadas										
Measurement		Diferencias relacionadas					t	gl	Sig. (bilateral)	
			Media	Desviación típ.	Error típ. de la media	95% Intervalo de confianza para la diferencia				
						Inferior				Superior
Amplitude Std Dev	57 - 59	-0,1401	0,7518	0,0257	-0,1908	-0,0895	-5,436	849	0,000	
Band Energy Diff (third)	57 - 59	-0,0368	1,1271	0,0386	-0,1127	0,0390	-0,953	849	0,341	
F0 Delta (en Hz)	57 - 59	0,1072	1,2154	0,0509	0,0071	0,2072	2,104	568	0,036	
F0 Mean (en Hz)	57 - 59	-0,1667	0,5198	0,0217	-0,2095	-0,1239	-7,652	568	0,000	
F0 Std Dev (st)	57 - 59	0,0201	1,2335	0,0517	-0,0814	0,1217	0,390	568	0,697	
Harmonicity Mean	57 - 59	-0,0054	1,0090	0,0346	-0,0734	0,0624	-0,159	849	0,874	
Harmonicity Std Dev	57 - 59	0,1091	1,1017	0,0377	0,0349	0,1833	2,888	849	0,004	
Intensity (en dB)	57 - 59	-0,1569	0,6964	0,0238	-0,2037	-0,1100	-6,568	849	0,000	
Number Voiced Frames	57 - 59	0,1695	1,0454	0,0358	0,0991	0,2398	4,727	849	0,000	
Spectrum Center Gravity	57 - 59	-0,2759	1,0662	0,0365	-0,3477	-0,2041	-7,545	849	0,000	

Tabla A.42. Test T comparando los diferentes grosores en todos los valores acústicos.

Prueba de muestras relacionadas										
Measurement	ejercicio		Diferencias relacionadas					t	gl	Sig. (bilateral)
			Media	Desviación típ.	Error típ. de la media	95% Intervalo de confianza para la diferencia				
						Inferior	Superior			
Amplitude Std Dev	ADo4	57 - 59	-0,0050	0,0161	0,0017	-0,0084	-0,0015	-2,866	84	0,005
	Pianissimo	57 - 59	-0,0007	0,0033	0,0003	-0,0014	0,0000	-2,003	84	0,048
F0 Mean (en Hz)	ADo5	57 - 59	-1,6092	3,1426	0,4162	-2,4431	-0,7754	-3,866	56	0,000
	ADo6	57 - 59	-2,7541	9,7538	1,2919	-5,3421	-0,1660	-2,132	56	0,037
	AMi4	57 - 59	-0,5706	1,5692	0,2078	-0,9870	-0,1543	-2,746	56	0,008
	AMi5	57 - 59	-1,3039	3,9212	0,5193	-2,3443	-0,2634	-2,511	56	0,015
	ASol4	57 - 59	-1,1773	1,8702	0,2477	-1,6736	-0,6811	-4,753	56	0,000
	ASol5	57 - 59	-1,5786	5,0886	0,6740	-2,9288	-0,2284	-2,342	56	0,023
	DIM	57 - 59	-1,0498	2,0508	0,2716	-1,5940	-0,5057	-3,865	56	0,000
	Pianissimo	57 - 59	-0,9323	2,9877	0,3992	-1,7324	-0,1321	-2,335	55	0,023
Harmonicity Std Dev	AMi4	57 - 59	0,2615	1,0622	0,1152	0,0324	0,4907	2,270	84	0,026
	ASol4	57 - 59	0,4380	1,2361	0,1340	0,1714	0,7047	3,268	84	0,002
	DIM	57 - 59	0,3113	1,2881	0,1397	0,0334	0,5891	2,228	84	0,029
Intensity (en dB)	ADo4	57 - 59	-1,0864	3,5263	0,3824	-1,8471	-0,3258	-2,841	84	0,006
	ASol5	57 - 59	-0,9950	3,8161	0,4139	-1,8182	-0,1719	-2,404	84	0,018
	DIM	57 - 59	-0,7632	3,2429	0,3517	-1,4627	-0,0637	-2,170	84	0,033
	Fortissimo	57 - 59	-0,7905	2,6518	0,2876	-1,3625	-0,2185	-2,749	84	0,007
	Pianissimo	57 - 59	-1,9107	6,0282	0,6538	-3,2109	-0,6104	-2,922	84	0,004
Number Voiced Frames	ADo5	57 - 59	8,4588	32,2710	3,5002	1,4981	15,4195	2,417	84	0,018
	AMi4	57 - 59	9,0941	37,6969	4,0888	0,9630	17,2251	2,224	84	0,029
	AMi5	57 - 59	8,2588	30,4772	3,3057	1,6850	14,8326	2,498	84	0,014
	ASol4	57 - 59	9,9882	35,2053	3,8185	2,3946	17,5818	2,616	84	0,011
	Pianissimo	57 - 59	43,7647	193,8605	21,0271	1,9499	85,5794	2,081	84	0,040
Spectrum	ADo4	57 - 59	-31,8714	107,4785	11,6576	-55,0540	-8,6888	-2,734	84	0,008

Prueba de muestras relacionadas										
Measurement	ejercicio	Diferencias relacionadas						t	gl	Sig. (bilateral)
			Media	Desviación típ.	Error típ. de la media	95% Intervalo de confianza para la diferencia				
						Inferior	Superior			
Center Gravity	ADo5	57 - 59	-25,1246	116,1456	12,5977	-50,1766	-0,0725	-1,994	84	0,049
	AMi4	57 - 59	-9,9829	29,5584	3,2060	-16,3585	-3,6073	-3,114	84	0,003
	AMi5	57 - 59	-4,3477	12,7724	1,3853	-7,1026	-1,5927	-3,138	84	0,002
	ASol4	57 - 59	-23,9107	80,2978	8,7095	-41,2305	-6,5908	-2,745	84	0,007
	ASol5	57 - 59	-20,9984	75,2308	8,1599	-37,2253	-4,7714	-2,573	84	0,012
	DIM	57 - 59	-18,0948	66,0181	7,1606	-32,3346	-3,8550	-2,527	84	0,013
	Fortissimo	57 - 59	-17,9477	54,7807	5,9418	-29,7637	-6,1318	-3,021	84	0,003
Pianissimo	57 - 59	-52,6076	214,70911	23,2884	-98,9193	-6,2959	-2,259	84	0,026	

Tabla A.43. Test T comparando los diferentes grosores en todos los valores acústicos significativos, dividido por ejercicios.

Prueba de muestras relacionadas										
Measurement	rebaja do	Diferencias relacionadas						t	gl	Sig. (bilateral)
			Media	Desvia ción típ.	Error típ. de la media	95% Intervalo de confianza para la diferencia				
						Inferior	Superior			
Amplitude Std Dev	fr	57 - 59	-0,0769	0,4881	0,0291	-0,1343	-0,0195	-2,638	279	0,009
	ge	57 - 59	-0,2357	0,9596	0,0563	-0,3466	-0,1248	-4,183	289	0,000
	us	57 - 59	-0,1044	0,7164	0,0428	-0,1887	-0,0201	-2,440	279	0,015
F0 Mean (en Hz)	fr	57 - 59	-0,0469	0,5194	0,0377	-0,1214	0,0276	-1,242	188	0,216
	ge	57 - 59	-0,2634	0,5017	0,0354	-0,3333	-0,1934	-7,425	199	0,000
	us	57 - 59	-0,1851	0,5178	0,0385	-0,2613	-0,1089	-4,797	179	0,000
Harmonicity Std Dev	fr	57 - 59	0,2536	1,2081	0,0722	0,1115	0,3957	3,513	279	0,001
	ge	57 - 59	0,0800	0,9866	0,0579	-0,0339	0,1941	1,382	289	0,168
	us	57 - 59	-0,0053	1,0911	0,0652	-0,1336	0,1230	-0,082	279	0,935
Intensity (en dB)	fr	57 - 59	-0,1586	0,6557	0,0391	-0,2358	-0,0815	-4,049	279	0,000
	ge	57 - 59	-0,2150	0,6935	0,0407	-0,2951	-0,1348	-5,280	289	0,000
	us	57 - 59	-0,0949	0,7351	0,0439	-0,1814	-0,0084	-2,160	279	0,032
Number Voiced Frames	fr	57 - 59	0,1908	1,0179	0,0608	0,0711	0,3106	3,137	279	0,002
	ge	57 - 59	0,2186	0,9260	0,0543	0,1115	0,3256	4,020	289	0,000
	us	57 - 59	0,0973	1,1803	0,0705	-0,0415	0,2361	1,380	279	0,169
Spectrum Center Gravity	fr	57 - 59	-0,1761	1,0148	0,0606	-0,2955	-0,0567	-2,904	279	0,004
	ge	57 - 59	-0,2008	1,0580	0,0621	-0,3231	-0,0785	-3,233	289	0,001
	us	57 - 59	-0,4535	1,1056	0,0660	-0,5835	-0,3234	-6,864	279	0,000

Tabla A.44. Test T comparando los diferentes grosores en todos los valores acústicos significativos, dividido por rebajados.

Prueba de muestras relacionadas									
Measurement	rebajado	Media	Desviación típ.	Error típ. de la media	95% Intervalo de confianza para la diferencia		t	gl	Sig. (bilateral)
					Inferior	Superior			
Amplitude Std Dev	fr - ge	-0,2435	0,8384	0,0354	-0,3131	-0,1739	-6,873	559	0,000
	fr - us	-0,1926	0,6864	0,0285	-0,2486	-0,1366	-6,759	579	0,000
	ge - us	0,0146	0,7866	0,0326	-0,0495	0,0787	0,448	579	0,654
Band Energy Diff (third)	fr - ge	-0,2348	1,1752	0,0496	-0,3323	-0,1372	-4,729	559	0,000
	fr - us	-0,4318	1,2298	0,0510	-0,5321	-0,3315	-8,456	579	0,000
	ge - us	-0,2124	1,1110	0,0461	-0,3030	-0,1218	-4,604	579	0,000
F0 Delta (en Hz)	fr - ge	0,2334	1,1638	0,0597	0,1159	0,3510	3,905	378	0,000
	fr - us	0,2076	1,3536	0,0686	0,0726	0,3425	3,025	388	0,003
	ge - us	-0,0146	1,1700	0,0600	-0,1326	0,1033	-0,244	379	0,807
F0 Mean (en Hz)	fr - ge	-0,5903	0,5519	0,0283	-0,6461	-0,5346	-20,822	378	0,000
	fr - us	-1,3667	0,5561	0,0281	-1,4221	-1,3112	-48,466	388	0,000
	ge - us	-0,7727	0,4805	0,0246	-0,8212	-0,7243	-31,348	379	0,000
F0 Std Dev (st)	fr - ge	0,1913	1,0399	0,0534	0,0863	0,2963	3,582	378	0,000
	fr - us	0,1012	1,3548	0,0686	-0,0338	0,2362	1,473	388	0,141
	ge - us	-0,0854	1,3132	0,0673	-0,2179	0,0470	-1,268	379	0,205
Harmonicity Mean	fr - ge	-0,2218	1,0763	0,0454	-0,3111	-0,1324	-4,877	559	0,000
	fr - us	-0,1763	1,2868	0,0534	-0,2813	-0,0714	-3,301	579	0,001
	ge - us	0,0447	0,9554	0,0396	-0,0331	0,1226	1,127	579	0,260
Harmonicity Std Dev	fr - ge	0,5124	1,3481	0,0569	0,4005	0,6243	8,995	559	0,000
	fr - us	0,6632	1,4357	0,0596	0,5461	0,7803	11,126	579	0,000
	ge - us	0,1434	1,0602	0,0440	0,0570	0,2299	3,259	579	0,001
Intensity (en dB)	fr - ge	-0,2565	0,7495	0,0316	-0,3187	-0,1943	-8,099	559	0,000
	fr - us	-0,2649	0,7345	0,0305	-0,3248	-0,2049	-8,685	579	0,000
	ge - us	-0,0367	0,6399	0,0265	-0,0889	0,0154	-1,382	579	0,168
Number Voiced Frames	fr - ge	0,2395	1,0913	0,0461	0,1489	0,3301	5,194	559	0,000
	fr - us	0,2484	1,1699	0,0485	0,1530	0,3438	5,114	579	0,000
	ge - us	0,0345	1,0462	0,0434	-0,0507	0,1199	0,796	579	0,426
Spectrum Center Gravity	fr - ge	-0,3165	1,1041	0,0466	-0,4082	-0,2249	-6,786	559	0,000
	fr - us	-0,6532	1,2047	0,0500	-0,7515	-0,5550	-13,059	579	0,000
	ge - us	-0,3365	1,0899	0,0452	-0,4253	-0,2476	-7,436	579	0,000

Tabla A.45. Test T comparando los diferentes rebajados en todos los valores acústicos.

Prueba de muestras relacionadas									
Measurement	molde	Media	Desviación típ.	Error típ. de la media	95% Intervalo de confianza para la diferencia		t	gl	Sig. (bilateral )
					Inferior	Superior			
Amplitude Std Dev	021 - 107	0,1905	0,7817	0,0333	0,1250	0,2559	5,715	549	0,000
	021 - 168	0,1010	0,8697	0,0364	0,0295	0,1725	2,773	569	0,006
	107 - 168	-0,0753	0,6051	0,0253	-0,1251	-0,0255	-2,972	569	0,003
Band Energy Diff (third)	021 - 107	0,0646	1,2063	0,0514	-0,0364	0,1656	1,256	549	0,210
	021 - 168	0,1003	1,1248	0,0471	0,0078	0,1928	2,129	569	0,034
	107 - 168	0,0692	1,0965	0,0459	-0,0210	0,1594	1,507	569	0,132
F0 Delta (en Hz)	021 - 107	-0,0285	1,1473	0,0490	-0,1247	0,0676	-0,583	548	0,560
F0 Mean (en Hz)	021 - 107	-0,0403	0,5038	0,0215	-0,0825	0,0019	-1,875	548	0,061
F0 Std Dev (st)	021 - 107	-0,0617	1,1886	0,0507	-0,1614	0,0379	-1,217	548	0,224
Harmonicity Mean	021 - 107	-0,1326	0,9893	0,0422	-0,2154	-0,0497	-3,143	549	0,002
	021 - 168	0,0264	1,1048	0,0463	-0,0644	0,1173	0,572	569	0,568
	107 - 168	0,1463	1,0253	0,0429	0,0620	0,2306	3,407	569	0,001
Harmonicity Std Dev	021 - 107	-0,1823	1,1258	0,0480	-0,2767	-0,0880	-3,799	549	0,000
	021 - 168	-0,2433	1,2277	0,0514	-0,3443	-0,1423	-4,732	569	0,000
	107 - 168	-0,0441	1,1866	0,0497	-0,1417	0,0535	-0,887	569	0,375
Intensity (en dB)	021 - 107	0,1869	0,7122	0,0304	0,1273	0,2466	6,156	549	0,000
	021 - 168	0,0729	0,7624	0,0319	0,0102	0,1356	2,282	569	0,023
	107 - 168	-0,0991	0,6153	0,0258	-0,1498	-0,0485	-3,847	569	0,000
Number Voiced Frames	021 - 107	-0,1162	0,9924	0,0423	-0,1993	-0,0331	-2,746	549	0,006
	021 - 168	-0,0663	1,0825	0,0453	-0,1554	0,0227	-1,463	569	0,144
	107 - 168	0,0432	1,0003	0,0419	-0,0391	0,1255	1,030	569	0,303
Spectrum Center Gravity	021 - 107	-0,2477	1,1235	0,0479	-0,3418	-0,1536	-5,171	549	0,000
	021 - 168	0,3814	1,1765	0,0493	0,2846	0,4782	7,739	569	0,000
	107 - 168	0,6064	1,0493	0,0439	0,5201	0,6928	13,798	569	0,000

Tabla A.46. Test T comparando los diferentes moldes en todos los valores acústicos.

Pruebas de los efectos inter-sujetos <sup>a</sup>					
Variable dependiente: Puntuación Z(Value)					
Origen	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	23,514 <sup>b</sup>	17	1,383	1,438	0,124
Intersección	0,005	1	0,005	0,005	0,943
rebajado	4,440	2	2,220	2,308	0,103
molde	2,994	2	1,497	1,556	0,214
grosor	0,745	1	0,745	0,774	0,380

Pruebas de los efectos inter-sujetos <sup>a</sup>					
Variable dependiente: Puntuación Z(Value)					
Origen	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Sig.
rebajado * molde	2,455	4	0,614	0,638	0,636
rebajado * grosor	0,658	2	0,329	0,342	0,711
molde * grosor	8,113	2	4,057	4,216	0,016
rebajado * molde * grosor	4,408	4	1,102	1,145	0,337
Error	165,486	172	0,962		
Total	189,000	190			
Total corregida	189,000	189			
a. Measurement = Number Voiced Frames					
b. R cuadrado = ,124 (R cuadrado corregida = ,038)					

Tabla A.47. Análisis de varianza factorial de la variable Number Voiced Frames para los factores rebajado, molde y grosor (elementos de fabricación de la lengüeta).

Pruebas de los efectos inter-sujetos					
Variable dependiente: DeltaFOSt					
Origen	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	1,483 <sup>a</sup>	17	0,087	2,578	0,001
Intersección	34,593	1	34,593	1022,477	0,000
rebajado	0,806	2	0,403	11,913	0,000
molde	0,135	2	0,067	1,994	0,140
grosor	0,033	1	0,033	0,978	0,324
rebajado * molde	0,332	4	0,083	2,454	0,048
rebajado * grosor	0,098	2	0,049	1,447	0,238
molde * grosor	0,026	2	0,013	0,390	0,677
rebajado * molde * grosor	0,071	4	0,018	0,522	0,719
Error	5,515	163	0,034		
Total	41,633	181			
Total corregida	6,998	180			
a. R cuadrado = ,212 (R cuadrado corregida = ,130)					

Tabla A.48. Análisis de varianza factorial de la variable delta de F0 en semitonos para los factores rebajado, molde y grosor (elementos de fabricación de la lengüeta).

Prueba de muestras relacionadas									
Measurement	rebajado	Media	Desviación típ.	Error típ. de la media	95% Intervalo de confianza para la diferencia		t	gl	Sig. (bilateral)
					Inferior	Superior			
F0 Delta (en st)	fr-ge	0,1589	0,2094	0,0280	0,1028	0,2150	5,679	55	0,000
	fr-us	0,1424	0,3131	0,0411	0,0600	0,2247	3,463	57	0,001
	ge-us	-0,0165	0,2408	0,0316	-0,0798	0,0468	-0,522	57	0,604

Tabla A.49. Prueba T pareada comparando el delta de F0 (st) para los diferentes estilos de rebajado.

Pruebas de los efectos inter-sujetos					
Variable dependiente: Delta F0 (st)					
Origen	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	2,972 <sup>a</sup>	32	0,093	3,414	0,000
Intersección	31,181	1	31,181	1146,323	0,000
rebajado	0,665	2	0,333	12,229	0,000
oboista	0,882	10	0,088	3,243	0,001
rebajado * oboista	1,321	20	0,066	2,428	0,001
Error	4,026	148	0,027		
Total	41,633	181			
Total corregida	6,998	180			

a. R cuadrado = ,425 (R cuadrado corregida = ,300)

Tabla A.50. Análisis de varianza factorial de la variable delta de F0 en semitonos para los factores rebajado y oboísta.

Pruebas de los efectos inter-sujetos					
Variable dependiente: Delta Insensidad (en dB)					
Origen	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	46,374 <sup>a</sup>	17	2,728	0,863	0,618
Intersección	146571,209	1	146571,209	46369,252	0,000
rebajado	1,250	2	0,625	0,198	0,821
molde	4,225	2	2,113	0,668	0,514
grosor	0,034	1	0,034	0,011	0,918
rebajado * molde	13,627	4	3,407	1,078	0,369
rebajado * grosor	1,458	2	0,729	0,231	0,794
molde * grosor	8,890	2	4,445	1,406	0,248
rebajado * molde * grosor	17,429	4	4,357	1,378	0,244
Error	515,236	163	3,161		
Total	147784,383	181			

Pruebas de los efectos inter-sujetos					
Variable dependiente: Delta Insensidad (en dB)					
Origen	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Total corregida	561,610	180			
a. R cuadrado = ,083 (R cuadrado corregida = -,013)					

Tabla A.51. Análisis de varianza factorial de la variable delta de la intensidad (en dB) para los factores rebajado, molde y grosor (elementos de fabricación de la lengüeta).

Prueba de muestras relacionadas									
Measurement	rebajado	Media	Desviación típ.	Error típ. de la media	95% Intervalo de confianza para la diferencia		t	gl	Sig. (bilateral)
					Inferior	Superior			
intensidad (en dB)	fr - ge	-0,2607	1,7604	0,2352	-0,7321	0,2107	-1,108	55	0,273
	fr - us	-0,1800	2,9177	0,3831	-0,9472	0,5872	-0,470	57	0,640
	ge - us	0,0438	2,6519	0,3482	-0,6534	0,7411	0,126	57	0,900

Tabla A.52. Prueba T pareada comparando el delta de intensidad (en dB) para los diferentes estilos de rebajado.

Pruebas de los efectos inter-sujetos					
Variable dependiente: Delta Insensidad (en dB)					
Origen	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	206,074 <sup>a</sup>	32	6,440	2,681	0,000
Intersección	137508,541	1	137508,541	57241,082	0,000
rebajado	0,682	2	0,341	0,142	0,868
oboísta	88,499	10	8,850	3,684	0,000
rebajado * oboísta	116,144	20	5,807	2,417	0,001
Error	355,536	148	2,402		
Total	147784,383	181			
Total corregida	561,610	180			
a. R cuadrado = ,367 (R cuadrado corregida = ,230)					

Tabla A.53. Análisis de varianza factorial de la variable delta de la intensidad (en dB) para los factores rebajado y oboísta.

Pruebas de los efectos inter-sujetos <sup>a</sup>						
Variable dependiente: Valor Norm.						
Origen	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Sig.	Eta al cuadrado parcial
Modelo corregido	19,109 <sup>b</sup>	17	1,124	1,138	0,322	0,101
Intersección	0,022	1	0,022	0,022	0,882	0,000
rebajado	9,116	2	4,558	4,614	0,011	0,051

Pruebas de los efectos inter-sujetos <sup>a</sup>						
Variable dependiente: Valor Norm.						
Origen	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Sig.	Eta al cuadrado parcial
molde	1,430	2	0,715	0,724	0,486	0,008
grosor	2,402	1	2,402	2,432	0,121	0,014
rebajado * molde	3,020	4	0,755	0,764	0,550	0,017
rebajado * grosor	1,279	2	0,639	0,647	0,525	0,007
molde * grosor	0,621	2	0,310	0,314	0,731	0,004
rebajado * molde * grosor	1,411	4	0,353	0,357	0,839	0,008
Error	169,891	172	0,988			
Total	189,000	190				
Total corregida	189,000	189				
a. Measurement = Intensity (en dB), ejercicio = Pianissimo						
b. R cuadrado = ,101 (R cuadrado corregida = ,012)						

Tabla A.54. Análisis de varianza factorial de la intensidad para los factores rebajado, molde y grosor (elementos de fabricación de la lengüeta).

Prueba de muestras relacionadas										
Measurement	ejercicio	rebajado	Media	Desviación típ.	Error típ. de la media	95% Intervalo de confianza para la diferencia		t	gl	Sig. (bilateral)
						Inferior	Superior			
Intensity (en dB)	Pianissimo	fr - ge	-2,4314	6,9672	0,9310	-4,2972	-0,5656	-2,612	55	0,012
		fr - us	-3,2241	5,0555	0,6638	-4,5534	-1,8948	-4,857	57	0,000
		ge - us	-1,0259	5,5510	0,7289	-2,4855	0,4336	-1,408	57	0,165

Tabla A.55. Prueba T pareada comparando la intensidad (en dB) para los diferentes estilos de rebajado

Pruebas de los efectos inter-sujetos <sup>a</sup>						
Variable dependiente: Valor Norm.						
Origen	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Sig.	Eta al cuadrado parcial
Modelo corregido	128,614 <sup>b</sup>	32	4,019	10,450	0,000	0,680
Intersección	2,869	1	2,869	7,460	0,007	0,045
rebajado	6,219	2	3,110	8,085	0,000	0,093
oboista	110,987	10	11,099	28,856	0,000	0,648
rebajado * oboista	6,392	20	0,320	0,831	0,673	0,096
Error	60,386	157	0,385			
Total	189,000	190				
Total corregida	189,000	189				

Pruebas de los efectos inter-sujetos <sup>a</sup>						
Variable dependiente: Valor Norm.						
Origen	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Sig.	Eta al cuadrado parcial
a. Measurement = Intensity (en dB), ejercicio = Pianissimo						
b. R cuadrado = ,680 (R cuadrado corregida = ,615)						

Tabla A.56. Análisis de varianza factorial de la intensidad para los factores rebajado y oboísta.

Pruebas de los efectos inter-sujetos <sup>a</sup>						
Variable dependiente: Valor Norm.						
Origen	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Sig.	Eta al cuadrado parcial
Modelo corregido	20,403 <sup>b</sup>	11	1,855	1,892	0,047	0,153
Intersección	0,121	1	0,121	0,124	0,726	0,001
rebajado	11,844	2	5,922	6,040	0,003	0,095
molde	0,406	1	0,406	0,414	0,521	0,004
grosor	0,0000892	1	0,0000892	0,000	0,992	0,000
rebajado * molde	0,353	2	0,176	0,180	0,836	0,003
rebajado * grosor	0,439	2	0,220	0,224	0,800	0,004
molde * grosor	3,886	1	3,886	3,964	0,049	0,033
rebajado * molde * grosor	3,177	2	1,589	1,620	0,202	0,027
Error	112,743	115	0,980			
Total	133,183	127				
Total corregida	133,146	126				
a. Measurement = F0 Delta (en Hz), ejercicio = Pianissimo						
b. R cuadrado = ,153 (R cuadrado corregida = ,072)						

Tabla A.57. Análisis de varianza factorial del delta de afinación (en Hz) para los factores rebajado, molde y grosor (elementos de fabricación de la lengüeta).

Prueba de muestras relacionadas										
Measurement	ejercicio	rebajado	Media	Desviación típ.	Error típ. de la media	95% Intervalo de confianza para la diferencia		t	gl	Sig. (bilateral)
						Inferior	Superior			
F0 Delta (en Hz)	Pianissimo	fr - ge	6,1428	15,9872	2,6283	0,8124	11,4732	2,337	36	0,025
		fr - us	7,1823	13,1576	2,1344	2,8575	11,5071	3,365	37	0,002
		ge - us	0,1335	12,0788	1,9594	-3,8367	4,1037	0,068	37	0,946

Tabla A.58. Prueba T pareada comparando el delta de afinación (en Hz) para los diferentes estilos de rebajado.

Pruebas de los efectos inter-sujetos <sup>a</sup>						
Variable dependiente: Valor Norm.						
Origen	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Sig.	Eta al cuadrado parcial
Modelo corregido	52,756 <sup>b</sup>	32	1,649	1,928	0,008	0,396
Intersección	1,035	1	1,035	1,210	0,274	0,013
rebajado	8,769	2	4,385	5,127	0,008	0,098
oboista	27,505	10	2,751	3,216	0,001	0,255
rebajado * oboista	13,662	20	0,683	0,799	0,709	0,145
Error	80,389	94	0,855			
Total	133,183	127				
Total corregida	133,146	126				
a. Measurement = F0 Delta (en Hz), ejercicio = Pianissimo						
b. R cuadrado = ,396 (R cuadrado corregida = ,191)						

Tabla A.59. Análisis de varianza factorial del delta de afinación (en Hz) para los factores rebajado y oboista

Pruebas de los efectos inter-sujetos <sup>a</sup>						
Variable dependiente: Valor Norm.						
Origen	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Sig.	Eta al cuadrado parcial
Modelo corregido	12,325 <sup>b</sup>	17	0,725	0,706	0,794	0,065
Intersección	0,015	1	0,015	0,014	0,905	0,000
rebajado	5,383	2	2,692	2,620	0,076	0,030
molde	3,041	2	1,520	1,480	0,231	0,017
grosor	0,746	1	0,746	0,726	0,395	0,004
rebajado * molde	0,357	4	0,089	0,087	0,986	0,002
rebajado * grosor	0,757	2	0,379	0,369	0,692	0,004
molde * grosor	0,444	2	0,222	0,216	0,806	0,003
rebajado * molde * grosor	1,522	4	0,381	0,370	0,829	0,009
Error	176,675	172	1,027			
Total	189,000	190				
Total corregida	189,000	189				
a. Measurement = Intensity (en dB), ejercicio = Fortissimo						
b. R cuadrado = ,065 (R cuadrado corregida = ,027)						

Tabla A.60. Análisis de varianza factorial de la intensidad (en dB) para los factores rebajado, molde y grosor (elementos de fabricación de la lengüeta).

Prueba de muestras relacionadas										
Measure ment	ejercicio	rebajado	Media	Desviación típ.	Error tí. de la media	95% Intervalo de confianza para la diferencia		t	gl	Sig. (bilateral)
						Inferior	Superior			
						Intensity (en dB)	Fortissim o			
fr - us	-1,6364	2,7284	0,3583	-2,3538	-0,9190			-4,568	57	0,000
ge - us	0,0146	2,4223	0,3181	-0,6223	0,6515			0,046	57	0,964

Tabla A.61. Resumen del análisis de la prueba T pareada comparando la intensidad (en dB) para los diferentes estilos de rebajado.

Pruebas de los efectos inter-sujetos <sup>a</sup>						
Variable dependiente: Valor Norm.						
Origen	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Sig.	Eta al cuadrado parcial
Modelo corregido	166,636 <sup>b</sup>	32	5,207	36,557	0,000	0,882
Intersección	0,972	1	0,972	6,823	0,010	0,042
rebajado	3,344	2	1,672	11,737	0,000	0,130
oboista	156,157	10	15,616	109,625	0,000	0,875
rebajado * oboista	2,790	20	0,140	0,979	0,490	0,111
Error	22,364	157	0,142			
Total	189,000	190				
Total corregida	189,000	189				

a. Measurement = Intensity (en dB), ejercicio = Fortissimo

b. R cuadrado = ,882 (R cuadrado corregida = ,858)

Tabla A.62. Análisis de varianza factorial de la intensidad (en dB) para los factores rebajado y oboísta.

Pruebas de los efectos inter-sujetos <sup>a</sup>						
Variable dependiente: Valor Norm.						
Origen	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Sig.	Eta al cuadrado parcial
Modelo corregido	54,495 <sup>b</sup>	17	3,206	4,099	0,000	0,288
Intersección	0,110	1	0,110	0,141	0,708	0,001
rebajado	27,744	2	13,872	17,739	0,000	0,171
molde	12,490	2	6,245	7,986	0,000	0,085
grosor	4,563	1	4,563	5,835	0,017	0,033
rebajado * molde	5,382	4	1,345	1,721	0,148	0,038
rebajado * grosor	2,286	2	1,143	1,462	0,235	0,017
molde * grosor	0,742	2	0,371	0,474	0,623	0,005
rebajado * molde * grosor	1,994	4	0,498	0,637	0,636	0,015
Error	134,505	172	0,782			

Pruebas de los efectos inter-sujetos <sup>a</sup>						
Variable dependiente: Valor Norm.						
Origen	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Sig.	Eta al cuadrado parcial
Total	189,000	190				
Total corregida	189,000	189				
a. Measurement = Spectrum Center Gravity, ejercicio = Fortissimo						
b. R cuadrado = ,288 (R cuadrado corregida = ,218)						

Tabla A.63. Análisis de varianza factorial del centro de gravedad del espectro para los factores rebajado, molde y grosor (elementos de fabricación de la lengüeta).

Prueba de muestras relacionadas										
Measure ment	ejercicio	rebajado	Media	Desviación típ.	Error típ. de la media	95% Intervalo de confianza para la diferencia		t	gl	Sig. (bilateral)
						Inferior	Superior			
Spectrum Center Gravity	Fortissimo	fr - ge	-13,4158	50,2163	6,7104	-26,8638	0,0322	-1,999	55	0,051
		fr - us	-53,0905	71,9895	9,4527	-72,0192	-34,1618	-5,616	57	0,000
		ge - us	-39,7355	64,9147	8,5237	-56,8040	-22,6671	-4,662	57	0,000

Tabla A.64. Resumen del análisis de la prueba pareada comparando el centro de gravedad del espectro para los diferentes estilos de rebajado.

Pruebas de los efectos inter-sujetos <sup>a</sup>						
Variable dependiente: Valor Norm.						
Origen	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Sig.	Eta al cuadrado parcial
Modelo corregido	88,376 <sup>b</sup>	32	2,762	4,309	0,000	0,468
Intersección	0,0000107	1	0,0000107	0,000	0,997	0,000
rebajado	24,144	2	12,072	18,836	0,000	0,194
oboista	45,113	10	4,511	7,039	0,000	0,310
rebajado * oboista	15,424	20	0,771	1,203	0,258	0,133
Error	100,624	157	0,641			
Total	189,000	190				
Total corregida	189,000	189				
a. Measurement = Spectrum Center Gravity, ejercicio = Fortissimo						
b. R cuadrado = ,468 (R cuadrado corregida = ,359)						

Tabla A.65. Análisis de varianza factorial del centro de gravedad del espectro para los factores rebajado y oboista.

### 7.1.3. Experimento de evaluación interpretativa (propiocepción del instrumentista)

Pruebas de efectos intra-sujetos.								
Medida: MEASURE_1								
pregunta	Origen		Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Sig.	Eta al cuadrado parcial
arpeggioF	rebajados	Esfericidad	82,279	2	41,140	22,147	0,000	0,362
		asumida						
		Greenhouse-Geisser	82,279	1,930	42,637	22,147	0,000	0,362
		Huynh-Feldt	82,279	2,000	41,140	22,147	0,000	0,362
		Límite-inferior	82,279	1,000	82,279	22,147	0,000	0,362
	Error(rebajados)	Esfericidad	144,888	78	1,858			
		asumida						
		Greenhouse-Geisser	144,888	75,261	1,925			
		Huynh-Feldt	144,888	78,000	1,858			
			Límite-inferior	144,888	39,000	3,715		
arpeggioQ	rebajados	Esfericidad	21,679	2	10,840	5,872	0,004	0,131
		asumida						
		Greenhouse-Geisser	21,679	1,993	10,879	5,872	0,004	0,131
		Huynh-Feldt	21,679	2,000	10,840	5,872	0,004	0,131
		Límite-inferior	21,679	1,000	21,679	5,872	0,020	0,131
	Error(rebajados)	Esfericidad	143,987	78	1,846			
		asumida						
		Greenhouse-Geisser	143,987	77,715	1,853			
		Huynh-Feldt	143,987	78,000	1,846			
			Límite-inferior	143,987	39,000	3,692		
dimF	rebajados	Esfericidad	59,267	2	29,633	16,904	0,000	0,302
		asumida						
		Greenhouse-Geisser	59,267	1,762	33,630	16,904	0,000	0,302
		Huynh-Feldt	59,267	1,839	32,222	16,904	0,000	0,302
		Límite-inferior	59,267	1,000	59,267	16,904	0,000	0,302
	Error(rebajados)	Esfericidad	136,733	78	1,753			
		asumida						
		Greenhouse-Geisser	136,733	68,731	1,989			
		Huynh-Feldt	136,733	71,734	1,906			
			Límite-inferior	136,733	39,000	3,506		

Pruebas de efectos intra-sujetos.										
Medida: MEASURE_1										
pregunta	Origen		Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Sig.	Eta al cuadrado parcial		
dimQ	rebajados	Esfericidad asumida	20,429	2	10,215	6,995	0,002	0,152		
		Greenhouse-Geisser	20,429	1,765	11,573	6,995	0,003	0,152		
		Huynh-Feldt	20,429	1,843	11,087	6,995	0,002	0,152		
		Límite-inferior	20,429	1,000	20,429	6,995	0,012	0,152		
	Error(rebajados)	Esfericidad asumida	113,904	78	1,460					
		Greenhouse-Geisser	113,904	68,845	1,655					
		Huynh-Feldt	113,904	71,863	1,585					
		Límite-inferior	113,904	39,000	2,921					
		Dutilleux	rebajados	Esfericidad asumida	17,029	2	8,515	5,702	0,005	0,128
				Greenhouse-Geisser	17,029	1,941	8,772	5,702	0,005	0,128
Huynh-Feldt	17,029			2,000	8,515	5,702	0,005	0,128		
Límite-inferior	17,029			1,000	17,029	5,702	0,022	0,128		
Error(rebajados)	Esfericidad asumida		116,471	78	1,493					
	Greenhouse-Geisser		116,471	75,713	1,538					
	Huynh-Feldt		116,471	78,000	1,493					
	Límite-inferior		116,471	39,000	2,986					
	equilibrio		rebajados	Esfericidad asumida	19,888	2	9,944	6,908	0,002	0,150
				Greenhouse-Geisser	19,888	1,932	10,295	6,908	0,002	0,150
Huynh-Feldt		19,888		2,000	9,944	6,908	0,002	0,150		
Límite-inferior		19,888		1,000	19,888	6,908	0,012	0,150		
Error(rebajados)		Esfericidad asumida	112,279	78	1,439					
		Greenhouse-Geisser	112,279	75,339	1,490					
		Huynh-Feldt	112,279	78,000	1,439					
		Límite-inferior	112,279	39,000	2,879					
		fff	rebajados	Esfericidad asumida	5,104	2	2,552	1,733	0,184	0,043
				Greenhouse-Geisser	5,104	1,680	3,038	1,733	0,189	0,043

Pruebas de efectos intra-sujetos.										
Medida: MEASURE_1										
pregunta	Origen		Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Sig.	Eta al cuadrado parcial		
		Huynh-Feldt	5,104	1,747	2,922	1,733	0,188	0,043		
		Límite-inferior	5,104	1,000	5,104	1,733	0,196	0,043		
	Error(rebajados)	Esfericidad asumida	114,896	78	1,473					
		Greenhouse-Geisser	114,896	65,522	1,754					
		Huynh-Feldt	114,896	68,137	1,686					
		Límite-inferior	114,896	39,000	2,946					
ffQ	rebajados	Esfericidad asumida	24,454	2	12,227	7,751	0,001	0,166		
		Greenhouse-Geisser	24,454	1,814	13,481	7,751	0,001	0,166		
		Huynh-Feldt	24,454	1,897	12,888	7,751	0,001	0,166		
		Límite-inferior	24,454	1,000	24,454	7,751	0,008	0,166		
		Esfericidad asumida	123,046	78	1,578					
	Error(rebajados)	Greenhouse-Geisser	123,046	70,742	1,739					
		Huynh-Feldt	123,046	73,998	1,663					
		Límite-inferior	123,046	39,000	3,155					
		flexible	rebajados	Esfericidad asumida	95,017	2	47,508	32,042	0,000	0,451
				Greenhouse-Geisser	95,017	1,936	49,088	32,042	0,000	0,451
Huynh-Feldt	95,017			2,000	47,508	32,042	0,000	0,451		
Límite-inferior	95,017			1,000	95,017	32,042	0,000	0,451		
Error(rebajados)	Esfericidad asumida		115,650	78	1,483					
	Greenhouse-Geisser		115,650	75,491	1,532					
	Huynh-Feldt		115,650	78,000	1,483					
	Límite-inferior		115,650	39,000	2,965					
global	rebajados	Esfericidad asumida	18,654	2	9,327	6,983	0,002	0,152		
		Greenhouse-Geisser	18,654	1,889	9,875	6,983	0,002	0,152		
		Huynh-Feldt	18,654	1,982	9,411	6,983	0,002	0,152		
		Límite-inferior	18,654	1,000	18,654	6,983	0,012	0,152		
		Esfericidad asumida	104,179	78	1,336					
	Error(rebajados)	Greenhouse-Geisser	104,179	70,742	1,739					
		Huynh-Feldt	104,179	73,998	1,663					

Pruebas de efectos intra-sujetos.								
Medida: MEASURE_1								
pregunta	Origen		Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Sig.	Eta al cuadrado parcial
		Greenhouse-Geisser	104,179	73,669	1,414			
		Huynh-Feldt	104,179	77,302	1,348			
		Límite-inferior	104,179	39,000	2,671			
legatoF	rebajados	Esfericidad asumida	120,087	2	60,044	45,362	0,000	0,538
		Greenhouse-Geisser	120,087	1,886	63,667	45,362	0,000	0,538
		Huynh-Feldt	120,087	1,979	60,682	45,362	0,000	0,538
		Límite-inferior	120,087	1,000	120,087	45,362	0,000	0,538
	Error(rebajados)	Esfericidad asumida	103,246	78	1,324			
		Greenhouse-Geisser	103,246	73,561	1,404			
		Huynh-Feldt	103,246	77,180	1,338			
		Límite-inferior	103,246	39,000	2,647			
legatoQ	rebajados	Esfericidad asumida	21,237	2	10,619	6,466	0,003	0,142
		Greenhouse-Geisser	21,237	1,841	11,533	6,466	0,003	0,142
		Huynh-Feldt	21,237	1,928	11,013	6,466	0,003	0,142
		Límite-inferior	21,237	1,000	21,237	6,466	0,015	0,142
	Error(rebajados)	Esfericidad asumida	128,096	78	1,642			
		Greenhouse-Geisser	128,096	71,815	1,784			
		Huynh-Feldt	128,096	75,207	1,703			
		Límite-inferior	128,096	39,000	3,285			
Mozart	rebajados	Esfericidad asumida	16,800	2	8,400	4,549	0,014	0,104
		Greenhouse-Geisser	16,800	1,836	9,149	4,549	0,016	0,104
		Huynh-Feldt	16,800	1,923	8,738	4,549	0,015	0,104
		Límite-inferior	16,800	1,000	16,800	4,549	0,039	0,104
	Error(rebajados)	Esfericidad asumida	144,033	78	1,847			
		Greenhouse-Geisser	144,033	71,616	2,011			
		Huynh-Feldt	144,033	74,983	1,921			
		Límite-inferior	144,033	39,000	3,693			

Pruebas de efectos intra-sujetos.										
Medida: MEASURE_1										
pregunta	Origen		Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Sig.	Eta al cuadrado parcial		
ppF	rebajados	Esfericidad asumida	6,467	2	3,233	1,173	0,315	0,029		
		Greenhouse-Geisser	6,467	1,584	4,082	1,173	0,307	0,029		
		Huynh-Feldt	6,467	1,640	3,943	1,173	0,308	0,029		
		Límite-inferior	6,467	1,000	6,467	1,173	0,285	0,029		
	Error(rebajados)	Esfericidad asumida	215,033	78	2,757					
		Greenhouse-Geisser	215,033	61,780	3,481					
		Huynh-Feldt	215,033	63,962	3,362					
		Límite-inferior	215,033	39,000	5,514					
		ppQ	rebajados	Esfericidad asumida	12,413	2	6,206	3,186	0,047	0,076
				Greenhouse-Geisser	12,413	1,928	6,439	3,186	0,049	0,076
Huynh-Feldt	12,413			2,000	6,206	3,186	0,047	0,076		
Límite-inferior	12,413			1,000	12,413	3,186	0,082	0,076		
Error(rebajados)	Esfericidad asumida		151,921	78	1,948					
	Greenhouse-Geisser		151,921	75,180	2,021					
	Huynh-Feldt		151,921	78,000	1,948					
	Límite-inferior		151,921	39,000	3,895					
	rigidez		rebajados	Esfericidad asumida	43,879	2	21,940	8,638	0,000	0,181
				Greenhouse-Geisser	43,879	1,956	22,437	8,638	0,000	0,181
Huynh-Feldt		43,879		2,000	21,940	8,638	0,000	0,181		
Límite-inferior		43,879		1,000	43,879	8,638	0,006	0,181		
Error(rebajados)		Esfericidad asumida	198,121	78	2,540					
		Greenhouse-Geisser	198,121	76,272	2,598					
		Huynh-Feldt	198,121	78,000	2,540					
		Límite-inferior	198,121	39,000	5,080					
		Strauss	rebajados	Esfericidad asumida	13,079	2	6,540	3,268	0,043	0,077
				Greenhouse-Geisser	13,079	1,705	7,669	3,268	0,052	0,077
Geisser										

Pruebas de efectos intra-sujetos.										
Medida: MEASURE_1										
pregunta	Origen		Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Sig.	Eta al cuadrado parcial		
		Huynh-Feldt	13,079	1,775	7,367	3,268	0,050	0,077		
		Límite-inferior	13,079	1,000	13,079	3,268	0,078	0,077		
	Error(rebajados)	Esfericidad asumida	156,088	78	2,001					
		Greenhouse-Geisser	156,088	66,509	2,347					
		Huynh-Feldt	156,088	69,243	2,254					
		Límite-inferior	156,088	39,000	4,002					
timbre	rebajados	Esfericidad asumida	37,850	2	18,925	11,594	0,000	0,229		
		Greenhouse-Geisser	37,850	1,857	20,385	11,594	0,000	0,229		
		Huynh-Feldt	37,850	1,946	19,452	11,594	0,000	0,229		
		Límite-inferior	37,850	1,000	37,850	11,594	0,002	0,229		
		Error(rebajados)	Esfericidad asumida	127,317	78	1,632				
	Error(rebajados)	Greenhouse-Geisser	127,317	72,415	1,758					
		Huynh-Feldt	127,317	75,885	1,678					
		Límite-inferior	127,317	39,000	3,265					
		Vivaldi	rebajados	Esfericidad asumida	31,354	2	15,677	8,367	0,001	0,177
				Greenhouse-Geisser	31,354	1,860	16,855	8,367	0,001	0,177
Huynh-Feldt	31,354			1,950	16,082	8,367	0,001	0,177		
Límite-inferior	31,354			1,000	31,354	8,367	0,006	0,177		
Error(rebajados)	Esfericidad asumida		146,146	78	1,874					
	Greenhouse-Geisser		146,146	72,547	2,014					
	Huynh-Feldt		146,146	76,034	1,922					
	Límite-inferior		146,146	39,000	3,747					

Tabla A.66. Efectos intra-sujetos del ANOVA con medidas repetidas para las diferentes preguntas que respondían los oboístas en función del rebajado.

*Influencias en la percepción sonora y en la interpretación del rebajado de la lengüeta del oboe*

Comparaciones múltiple								
Bonferroni								
tipo pregunta	pregunta	(I) rebajado	(J) rebajado	Diferencia de medias (I-J)	Error típico	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
							Límite inferior	Límite superior
calidad	arpeggioQ	1	2	0,138	0,312	1,000	-0,62	0,90
			3	,962*	0,312	0,008	0,20	1,72
		2	1	-0,138	0,312	1,000	-0,90	0,62
			3	,825*	0,312	0,028	0,07	1,58
		3	1	-,962*	0,312	0,008	-1,72	-0,20
			2	-,825*	0,312	0,028	-1,58	-0,07
	dimQ	1	2	0,025	0,310	1,000	-0,73	0,78
			3	,888*	0,310	0,015	0,14	1,64
		2	1	-0,025	0,310	1,000	-0,78	0,73
			3	,863*	0,310	0,019	0,11	1,61
		3	1	-,888*	0,310	0,015	-1,64	-0,14
			2	-,863*	0,310	0,019	-1,61	-0,11
	ffQ	1	2	-,850*	0,325	0,030	-1,64	-0,06
			3	0,188	0,325	1,000	-0,60	0,98
		2	1	,850*	0,325	0,030	0,06	1,64
			3	1,037*	0,325	0,005	0,25	1,83
		3	1	-0,188	0,325	1,000	-0,98	0,60
			2	-1,037*	0,325	0,005	-1,83	-0,25
	legatoQ	1	2	0,163	0,305	1,000	-0,58	0,90
			3	,962*	0,305	0,006	0,22	1,70
		2	1	-0,163	0,305	1,000	-0,90	0,58
			3	,800*	0,305	0,029	0,06	1,54
		3	1	-,962*	0,305	0,006	-1,70	-0,22
			2	-,800*	0,305	0,029	-1,54	-0,06
ppQ	1	2	-0,787	0,369	0,104	-1,68	0,11	
		3	-0,375	0,369	0,933	-1,27	0,52	
	2	1	0,787	0,369	0,104	-0,11	1,68	
		3	0,412	0,369	0,796	-0,48	1,31	
	3	1	0,375	0,369	0,933	-0,52	1,27	
		2	-0,412	0,369	0,796	-1,31	0,48	
estilos	Dutilleux	1	2	0,662	0,314	0,111	-0,10	1,43
			3	,887*	0,314	0,017	0,12	1,65
		2	1	-0,662	0,314	0,111	-1,43	0,10

Comparaciones múltiple									
Bonferroni									
tipo pregunta	pregunta	(I) rebajado	(J) rebajado	Diferencia de medias (I-J)	Error típico	Sig.	Intervalo de confianza al 95%		
							Límite inferior	Límite superior	
facilidad	Mozart	3	3	0,225	0,314	1,000	-0,54	0,99	
			1	-,887*	0,314	0,017	-1,65	-0,12	
			2	-0,225	0,314	1,000	-0,99	0,54	
		1	2	2	0,300	0,321	1,000	-0,48	1,08
				3	,900*	0,321	0,018	0,12	1,68
			3	1	-0,300	0,321	1,000	-1,08	0,48
				2	0,600	0,321	0,193	-0,18	1,38
			2	1	-,900*	0,321	0,018	-1,68	-0,12
				3	-0,600	0,321	0,193	-1,38	0,18
		2	1	2	0,188	0,321	1,000	-0,59	0,97
				3	0,775	0,321	0,052	-0,01	1,56
			3	1	-0,188	0,321	1,000	-0,97	0,59
	2			0,587	0,321	0,210	-0,19	1,37	
	1		1	-0,775	0,321	0,052	-1,56	0,01	
			2	-0,587	0,321	0,210	-1,37	0,19	
	3	1	2	0,688	0,313	0,090	-0,07	1,45	
			3	1,250*	0,313	0,000	0,49	2,01	
		2	1	-0,688	0,313	0,090	-1,45	0,07	
			3	0,563	0,313	0,225	-0,20	1,32	
		3	1	-1,250*	0,313	0,000	-2,01	-0,49	
			2	-0,563	0,313	0,225	-1,32	0,20	
	arpeggioF	1	2	2	1,663*	0,342	0,000	0,83	2,49
				3	1,838*	0,342	0,000	1,01	2,67
			3	1	-1,663*	0,342	0,000	-2,49	-0,83
2				0,175	0,342	1,000	-0,66	1,01	
2			1	-1,838*	0,342	0,000	-2,67	-1,01	
			3	-0,175	0,342	1,000	-1,01	0,66	
2		1	2	1,350*	0,341	0,000	0,52	2,18	
			3	1,600*	0,341	0,000	0,77	2,43	
		3	1	-1,350*	0,341	0,000	-2,18	-0,52	
			2	0,250	0,341	1,000	-0,58	1,08	
		1	1	-1,600*	0,341	0,000	-2,43	-0,77	
			2	-0,250	0,341	1,000	-1,08	0,58	

*Influencias en la percepción sonora y en la interpretación del rebajado de la lengüeta del oboe*

Comparaciones múltiple								
Bonferroni								
tipo pregunta	pregunta	(I) rebajado	(J) rebajado	Diferencia de medias (I-J)	Error típico	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
							Límite inferior	Límite superior
	ffF	1	2	-0,438	0,315	0,504	-1,20	0,33
			3	0,000	0,315	1,000	-0,77	0,77
		2	1	0,438	0,315	0,504	-0,33	1,20
			3	0,438	0,315	0,504	-0,33	1,20
		3	1	0,000	0,315	1,000	-0,77	0,77
			2	-0,438	0,315	0,504	-1,20	0,33
	legatoF	1	2	2,050*	0,300	0,000	1,32	2,78
			3	2,188*	0,300	0,000	1,46	2,92
		2	1	-2,050*	0,300	0,000	-2,78	-1,32
			3	0,137	0,300	1,000	-0,59	0,87
		3	1	-2,188*	0,300	0,000	-2,92	-1,46
			2	-0,137	0,300	1,000	-0,87	0,59
	ppF	1	2	0,550	0,386	0,470	-0,39	1,49
			3	0,150	0,386	1,000	-0,79	1,09
		2	1	-0,550	0,386	0,470	-1,49	0,39
			3	-0,400	0,386	0,906	-1,34	0,54
		3	1	-0,150	0,386	1,000	-1,09	0,79
			2	0,400	0,386	0,906	-0,54	1,34
globales	equilibrio	1	2	-0,212	0,260	1,000	-0,84	0,42
			3	,737*	0,260	0,016	0,11	1,37
		2	1	0,212	0,260	1,000	-0,42	0,84
			3	,950*	0,260	0,001	0,32	1,58
		3	1	-,737*	0,260	0,016	-1,37	-0,11
			2	-,950*	0,260	0,001	-1,58	-0,32
	flexible	1	2	1,900*	0,276	0,000	1,23	2,57
			3	1,875*	0,276	0,000	1,21	2,54
		2	1	-1,900*	0,276	0,000	-2,57	-1,23
			3	-0,025	0,276	1,000	-0,69	0,64
		3	1	-1,875*	0,276	0,000	-2,54	-1,21
			2	0,025	0,276	1,000	-0,64	0,69
	global	1	2	0,412	0,255	0,325	-0,21	1,03
			3	,962*	0,255	0,001	0,34	1,58
		2	1	-0,412	0,255	0,325	-1,03	0,21

Comparaciones múltiple								
Bonferroni								
tipo pregunta	pregunta	(I) rebajado	(J) rebajado	Diferencia de medias (I-J)	Error típico	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
							Límite inferior	Límite superior
			3	0,550	0,255	0,099	-0,07	1,17
		3	1	-,962*	0,255	0,001	-1,58	-0,34
			2	-0,550	0,255	0,099	-1,17	0,07
	rigidez	1	2	-1,425*	0,349	0,000	-2,27	-0,58
			3	-1,063*	0,349	0,009	-1,91	-0,22
		2	1	1,425*	0,349	0,000	0,58	2,27
			3	0,362	0,349	0,903	-0,48	1,21
		3	1	1,063*	0,349	0,009	0,22	1,91
			2	-0,362	0,349	0,903	-1,21	0,48
	timbre	1	2	-0,725	0,309	0,062	-1,48	0,03
			3	0,650	0,309	0,113	-0,10	1,40
		2	1	0,725	0,309	0,062	-0,03	1,48
			3	1,375*	0,309	0,000	0,62	2,13
		3	1	-0,650	0,309	0,113	-1,40	0,10
			2	-1,375*	0,309	0,000	-2,13	-0,62

\*. La diferencia de medias es significativa al nivel 0.05.

Tabla A.67. Prueba post hoc de Bonferroni para las respuestas que contestaban los oboístas en función del estilo de rebajado (1=francés, 2=alemán, 3=americano).

Pruebas de efectos intra-sujetos.								
Medida: MEASURE_1								
pregunta	oboísta	Origen	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Sig.	Eta al cuadrado parcial
arpeggioF	2	rebajados	8,167	1,923	4,247	9,800	0,014	0,766
	3	rebajados	18,875	1,564	12,069	6,321	0,050	0,678
	4	rebajados	35,167	1,402	25,079	9,738	0,030	0,764
	5	rebajados	33,167	1,250	26,528	5,283	0,086	0,638
	6	rebajados	15,167	1,056	14,358	6,067	0,086	0,669
	7	rebajados	25,292	1,073	23,576	13,692	0,030	0,820
	8	rebajados	1,292	1,681	0,768	1,000	0,415	0,250
	9	rebajados	7,167	1,658	4,324	3,909	0,099	0,566
	10	rebajados	0,667	1,085	0,614	0,167	0,728	0,053
	11	rebajados	0,667	1,125	0,593	0,333	0,625	0,100
	arpeggioQ	2	rebajados	2,667	2,000	1,333	1,333	0,332
3		rebajados	6,125	1,317	4,650	5,727	0,073	0,656

Pruebas de efectos intra-sujetos.								
Medida: MEASURE_1								
pregunta	oboísta	Origen	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Sig.	Eta al cuadrado parcial
	4	rebajados	15,500	1,051	14,742	5,936	0,088	0,664
	5	rebajados	5,167	1,751	2,951	1,431	0,313	0,323
	6	rebajados	12,167	1,933	6,295	2,772	0,143	0,480
	7	rebajados	19,542	1,171	16,695	3,326	0,153	0,526
	8	rebajados	3,375	1,242	2,716	1,110	0,377	0,270
	9	rebajados	3,167	1,443	2,194	2,280	0,207	0,432
	10	rebajados	4,667	1,021	4,570	1,235	0,348	0,292
	11	rebajados	0,667	1,525	0,437	0,214	0,760	0,067
dimF	2	rebajados	4,667	1,745	2,674	1,750	0,259	0,368
	3	rebajados	0,292	1,185	0,246	0,063	0,853	0,021
	4	rebajados	1,167	1,242	0,939	0,216	0,717	0,067
	5	rebajados	57,167	1,075	53,155	18,053	0,020	0,858
	6	rebajados	24,500	1,480	16,554	11,919	0,019	0,799
	7	rebajados	12,167	1,306	9,319	3,982	0,117	0,570
	8	rebajados	3,792	1,239	3,059	4,200	0,114	0,583
	9	rebajados	4,167	1,830	2,276	3,261	0,118	0,521
	10	rebajados	1,500	1,346	1,114	0,380	0,631	0,112
	11	rebajados	3,500	1,424	2,459	5,727	0,066	0,656
dimQ	2	rebajados	7,167	1,155	6,203	5,160	0,095	0,632
	3	rebajados	0,500	1,316	0,380	0,084	0,848	0,027
	4	rebajados	3,500	1,115	3,140	0,692	0,477	0,188
	5	rebajados	8,167	1,247	6,547	2,882	0,172	0,490
	6	rebajados	15,167	1,262	12,018	16,059	0,016	0,843
	7	rebajados	12,167	1,392	8,743	4,294	0,101	0,589
	8	rebajados	1,042	1,346	0,774	0,410	0,615	0,120
	9	rebajados	4,500	1,253	3,593	2,189	0,224	0,422
	10	rebajados	0,500	1,213	0,412	0,243	0,694	0,075
	11	rebajados	2,000	1,103	1,813	2,250	0,226	0,429
Dutilleux	2	rebajados	2,000	1,000	2,000	3,000	0,182	0,500
	3	rebajados	0,542	1,922	0,282	0,196	0,820	0,061
	4	rebajados	16,167	1,755	9,211	3,506	0,110	0,539
	5	rebajados	13,500	1,699	7,944	9,000	0,023	0,750
	6	rebajados	15,167	1,923	7,887	54,600	0,000	0,948
	7	rebajados	3,500	1,923	1,820	4,200	0,076	0,583
	8	rebajados	0,542	1,121	0,483	1,114	0,373	0,271
	9	rebajados	8,167	1,061	7,698	2,333	0,221	0,437

Pruebas de efectos intra-sujetos.								
Medida: MEASURE_1								
pregunta	oboísta	Origen	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Sig.	Eta al cuadrado parcial
equilibrio	11	rebajados	4,667	1,349	3,459	1,050	0,393	0,259
	2	rebajados	1,500	1,360	1,103	0,771	0,470	0,205
	3	rebajados	0,292	1,759	0,166	0,153	0,837	0,049
	4	rebajados	19,500	1,516	12,865	15,261	0,011	0,836
	5	rebajados	4,667	1,287	3,625	1,909	0,252	0,389
	6	rebajados	10,667	1,220	8,747	9,600	0,039	0,762
	7	rebajados	7,875	1,781	4,422	1,435	0,312	0,324
	8	rebajados	4,500	1,018	4,420	1,800	0,272	0,375
	9	rebajados	8,167	1,064	7,677	2,882	0,184	0,490
	10	rebajados	6,125	1,208	5,070	2,194	0,226	0,422
	11	rebajados	0,667	1,600	0,417	1,500	0,302	0,333
ffF	2	rebajados	1,167	1,473	0,792	0,512	0,579	0,146
	3	rebajados	7,542	1,005	7,502	5,716	0,096	0,656
	4	rebajados	8,667	1,073	8,077	1,857	0,264	0,382
	5	rebajados	10,667	1,143	9,333	4,000	0,128	0,571
	6	rebajados	2,667	1,316	2,027	1,200	0,359	0,286
	7	rebajados	3,500	1,292	2,709	1,235	0,352	0,292
	8	rebajados	0,292	1,637	0,178	0,179	0,802	0,056
	9	rebajados	3,500	1,095	3,196	1,340	0,332	0,309
	10	rebajados	10,667	1,000	10,667	4,800	0,116	0,615
	11	rebajados	0,167	1,516	0,110	0,130	0,829	0,042
	ffQ	2	rebajados	1,167	1,085	1,076	0,247	0,669
3		rebajados	5,375	1,171	4,588	2,497	0,203	0,454
4		rebajados	16,167	1,117	14,477	3,880	0,134	0,564
5		rebajados	11,167	1,550	7,202	15,462	0,010	0,838
6		rebajados	10,667	1,263	8,444	4,000	0,119	0,571
7		rebajados	0,167	1,043	0,160	0,051	0,845	0,017
8		rebajados	1,292	1,630	0,793	1,045	0,401	0,258
9		rebajados	6,500	1,473	4,412	2,854	0,161	0,487
10		rebajados	11,167	1,699	6,571	2,481	0,177	0,453
11		rebajados	1,167	1,167	1,000	0,636	0,500	0,175

Pruebas de efectos intra-sujetos.								
Medida: MEASURE_1								
pregunta	oboísta	Origen	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Sig.	Eta al cuadrado parcial
flexible	2	rebajados	6,500	1,923	3,380	23,400	0,002	0,886
	3	rebajados	18,375	1,668	11,016	8,762	0,025	0,745
	4	rebajados	13,500	1,096	12,320	7,839	0,060	0,723
	5	rebajados	51,167	1,083	47,225	20,467	0,017	0,872
	6	rebajados	25,167	1,424	17,679	13,727	0,016	0,821
	7	rebajados	12,167	1,600	7,605	3,174	0,135	0,514
	8	rebajados	4,292	1,205	3,562	3,815	0,130	0,560
	9	rebajados	9,875	1,706	5,789	3,078	0,135	0,506
	10	rebajados	2,542	1,098	2,315	0,718	0,468	0,193
	11	rebajados	0,167	1,767	0,094	0,077	0,908	0,025
	global	2	rebajados	2,667	1,600	1,667	3,000	0,145
3		rebajados	0,542	1,337	0,405	0,379	0,630	0,112
4		rebajados	15,167	1,445	10,493	6,067	0,060	0,669
5		rebajados	8,167	1,067	7,657	4,742	0,112	0,612
6		rebajados	15,875	1,844	8,611	9,605	0,017	0,762
7		rebajados	11,625	1,107	10,497	1,755	0,275	0,369
8		rebajados	0,125	1,446	0,086	0,273	0,708	0,083
9		rebajados	4,875	1,746	2,792	2,208	0,201	0,424
10		rebajados	1,167	1,043	1,118	0,467	0,550	0,135
11		rebajados	0,167	1,056	0,158	0,200	0,696	0,062
legatoF		2	rebajados	11,167	1,550	7,202	15,462	0,010
	3	rebajados	24,125	1,346	17,925	42,366	0,002	0,934
	4	rebajados	20,667	1,563	13,227	18,600	0,007	0,861
	5	rebajados	45,500	1,394	32,647	17,426	0,011	0,853
	6	rebajados	29,167	1,174	24,846	58,333	0,002	0,951
	7	rebajados	33,167	1,142	29,035	35,118	0,006	0,921
	8	rebajados	2,625	1,223	2,146	1,615	0,290	0,350
	9	rebajados	8,000	1,000	8,000	6,000	0,092	0,667
	10	rebajados	7,167	1,213	5,910	3,486	0,143	0,537
	11	rebajados	1,500	1,478	1,015	0,771	0,477	0,205

Pruebas de efectos intra-sujetos.								
Medida: MEASURE_1								
pregunta	oboísta	Origen	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Sig.	Eta al cuadrado parcial
legatoQ	2	rebajados	3,500	1,576	2,220	3,316	0,129	0,525
	3	rebajados	7,542	1,816	4,154	3,251	0,119	0,520
	4	rebajados	8,667	1,350	6,420	4,333	0,103	0,591
	5	rebajados	4,167	1,755	2,374	0,904	0,446	0,231
	6	rebajados	16,167	1,246	12,973	10,778	0,032	0,782
	7	rebajados	20,792	1,480	14,044	3,276	0,136	0,522
	8	rebajados	1,125	1,188	0,947	0,388	0,606	0,114
	9	rebajados	4,542	1,343	3,382	3,442	0,137	0,534
	10	rebajados	2,167	1,699	1,275	1,444	0,311	0,325
	11	rebajados	3,500	1,324	2,644	1,615	0,288	0,350
	Mozart	2	rebajados	0,667	1,347	0,495	0,158	0,780
3		rebajados	0,875	1,878	0,466	0,304	0,737	0,092
4		rebajados	38,167	1,174	32,509	11,644	0,032	0,795
5		rebajados	12,167	1,052	11,566	8,111	0,061	0,730
6		rebajados	20,667	1,563	13,227	18,600	0,007	0,861
7		rebajados	4,167	1,000	4,167	6,818	0,080	0,694
8		rebajados	1,292	1,397	0,925	7,154	0,049	0,705
9		rebajados	7,042	1,408	5,001	1,461	0,311	0,328
10		rebajados	2,167	1,064	2,037	0,765	0,452	0,203
11		rebajados	2,167	1,439	1,506	0,907	0,434	0,232
ppF		2	rebajados	1,167	1,088	1,072	0,193	0,708
	3	rebajados	0,792	1,324	0,598	0,109	0,823	0,035
	4	rebajados	18,667	1,350	13,822	2,471	0,195	0,452
	5	rebajados	30,167	1,103	27,359	9,203	0,049	0,754
	6	rebajados	10,167	1,771	5,740	2,905	0,142	0,492
	7	rebajados	8,167	1,497	5,454	1,122	0,379	0,272
	8	rebajados	0,875	1,105	0,792	0,304	0,638	0,092
	9	rebajados	2,000	1,135	1,762	0,391	0,597	0,115
	10	rebajados	4,667	1,563	2,987	4,200	0,094	0,583
	11	rebajados	3,500	1,800	1,945	1,145	0,377	0,276

*Influencias en la percepción sonora y en la interpretación del rebajado de la lengüeta del oboe*

Pruebas de efectos intra-sujetos.								
Medida: MEASURE_1								
pregunta	oboísta	Origen	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Sig.	Eta al cuadrado parcial
ppQ	2	rebajados	0,500	1,559	0,321	0,111	0,853	0,036
	3	rebajados	2,792	1,509	1,850	0,440	0,618	0,128
	4	rebajados	25,167	1,482	16,982	3,512	0,125	0,539
	5	rebajados	2,167	1,228	1,765	0,448	0,582	0,130
	6	rebajados	6,000	1,770	3,390	2,700	0,156	0,474
	7	rebajados	0,167	1,725	0,097	0,028	0,959	0,009
	8	rebajados	3,167	1,770	1,789	1,781	0,253	0,373
	9	rebajados	2,667	1,391	1,917	1,500	0,305	0,333
	10	rebajados	7,167	1,000	7,167	14,333	0,032	0,827
	11	rebajados	4,167	1,817	2,294	2,419	0,178	0,446
	rigidez	2	rebajados	3,167	1,036	3,056	1,541	0,302
3		rebajados	21,875	1,151	19,004	6,702	0,069	0,691
4		rebajados	19,500	1,667	11,694	3,162	0,132	0,513
5		rebajados	37,500	1,800	20,833	10,714	0,014	0,781
6		rebajados	13,167	1,424	9,249	7,182	0,047	0,705
7		rebajados	23,167	1,155	20,053	16,680	0,019	0,848
8		rebajados	7,625	1,120	6,806	1,732	0,277	0,366
9		rebajados	2,167	1,232	1,759	0,470	0,573	0,135
10		rebajados	11,625	1,056	11,010	4,838	0,110	0,617
11		rebajados	6,167	1,692	3,645	2,581	0,169	0,463
Strauss		2	rebajados	5,167	1,342	3,850	2,067	0,233
	3	rebajados	4,667	1,662	2,807	1,750	0,261	0,368
	4	rebajados	40,167	1,478	27,182	20,657	0,007	0,873
	5	rebajados	22,167	1,056	20,984	26,600	0,012	0,899
	6	rebajados	17,167	1,690	10,160	14,714	0,009	0,831
	7	rebajados	0,667	1,133	0,589	0,375	0,604	0,111
	8	rebajados	0,500	1,065	0,469	1,286	0,340	0,300
	9	rebajados	2,542	1,190	2,136	0,656	0,496	0,179
	10	rebajados	3,500	1,089	3,215	1,340	0,332	0,309
	11	rebajados	3,500	1,168	2,997	0,663	0,491	0,181

Pruebas de efectos intra-sujetos.								
Medida: MEASURE_1								
pregunta	oboísta	Origen	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Sig.	Eta al cuadrado parcial
timbre	2	rebajados	4,667	1,600	2,917	2,100	0,219	0,412
	3	rebajados	3,792	1,311	2,893	1,508	0,305	0,335
	4	rebajados	33,500	1,817	18,441	19,452	0,004	0,866
	5	rebajados	9,500	1,239	7,668	2,408	0,206	0,445
	6	rebajados	12,167	1,779	6,840	3,712	0,100	0,553
	7	rebajados	4,667	1,469	3,176	1,167	0,369	0,280
	8	rebajados	2,375	1,059	2,243	1,163	0,361	0,279
	9	rebajados	6,167	1,262	4,886	2,176	0,225	0,420
	10	rebajados	10,167	1,246	8,158	6,778	0,062	0,693
	11	rebajados	0,500	1,380	0,362	0,273	0,699	0,083
	Vivaldi	2	rebajados	1,167	1,627	0,717	0,724	0,503
3		rebajados	3,042	1,778	1,711	0,753	0,500	0,201
4		rebajados	25,167	1,018	24,719	10,067	0,049	0,770
5		rebajados	17,167	1,595	10,763	4,478	0,084	0,599
6		rebajados	15,167	1,627	9,324	9,414	0,023	0,758
7		rebajados	16,792	1,993	8,425	71,118	0,000	0,960
8		rebajados	0,000	1,000	0,000	0,000	1,000	0,000
9		rebajados	5,375	1,609	3,340	0,729	0,500	0,195
10		rebajados	4,500	1,043	4,313	1,800	0,271	0,375
11		rebajados	0,167	1,397	0,119	0,036	0,921	0,012

Tablas A.68. Efectos intra-sujetos del ANOVA con medidas repetidas utilizando los datos de Greenhouse-Geisser para las diferentes preguntas que respondían los oboístas, separado por oboístas, en función del rebajado.

### 7.1.3.1. Experimento de evaluación auditiva

Pruebas de efectos intra-sujetos.							
Medida: MEASURE_1							
Origen		Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Sig.	Eta al cuadrado parcial
ejecucion rebajado	Esfericidad	1,581	2	0,790	0,359	0,699	0,006
	asumida						
	Greenhouse- Geisser	1,581	1,973	0,801	0,359	0,696	0,006
	Huynh-Feldt	1,581	2,000	0,790	0,359	0,699	0,006
Error(ejecucionr ebajado)	Límite-inferior	1,581	1,000	1,581	0,359	0,551	0,006
	Esfericidad	268,419	122	2,200			
	asumida						
	Greenhouse- Geisser	268,419	120,371	2,230			

Pruebas de efectos intra-sujetos.							
Medida: MEASURE_1							
Origen		Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Sig.	Eta al cuadrado parcial
	Huynh-Feldt	268,419	122,000	2,200			
	Límite-inferior	268,419	61,000	4,400			

Tabla A.69. Efectos intra-sujetos del ANOVA con medidas repetidas para la pregunta “ejecución” que evaluaron todos los oboístas (N=6) y todos los sonidos del ejercicio *diminuendo* en función del rebajado de la lengüeta.

Pruebas de efectos intra-sujetos.							
Medida: MEASURE_1							
Origen		Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Sig.	Eta al cuadrado parcial
sonido rebajados	Esfericidad asumida	2,075	2	1,038	0,601	0,550	0,010
	Greenhouse-Geisser	2,075	1,824	1,138	0,601	0,535	0,010
	Huynh-Feldt	2,075	1,877	1,105	0,601	0,540	0,010
	Límite-inferior	2,075	1,000	2,075	0,601	0,441	0,010
	Error(sonido rebajados)	Esfericidad asumida	210,591	122	1,726		
	Greenhouse-Geisser	210,591	111,274	1,893			
	Huynh-Feldt	210,591	114,523	1,839			
	Límite-inferior	210,591	61,000	3,452			

Tabla A.70. Efectos intra-sujetos del ANOVA con medidas repetidas para la pregunta “calidad del sonido” que evaluaron todos los oboístas (N=6) y todos los sonidos del ejercicio *diminuendo* en función del rebajado de la lengüeta.

ANOVA							
evaluador			Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
2	ejecucion	Inter-grupos	1,000	2	,500	,577	,574
		Intra-grupos	13,000	15	,867		
		Total	14,000	17			
	sonido	Inter-grupos	2,111	2	1,056	1,792	,200
		Intra-grupos	8,833	15	,589		
		Total	10,944	17			
3	ejecucion	Inter-grupos	3,111	2	1,556	1,037	,379
		Intra-grupos	22,500	15	1,500		
		Total	25,611	17			
	sonido	Inter-grupos	3,444	2	1,722	4,559	,028
		Intra-grupos	5,667	15	,378		
		Total	9,111	17			

ANOVA							
evaluador			Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
4	ejecucion	Inter-grupos	3,444	2	1,722	4,079	,038
		Intra-grupos	6,333	15	,422		
		Total	9,778	17			
	sonido	Inter-grupos	,111	2	,056	,500	,616
		Intra-grupos	1,667	15	,111		
		Total	1,778	17			
6	ejecucion	Inter-grupos	29,400	2	14,700	102,900	,000
		Intra-grupos	1,000	7	,143		
		Total	30,400	9			
	sonido	Inter-grupos	8,817	2	4,408	5,073	,043
		Intra-grupos	6,083	7	,869		
		Total	14,900	9			
11	ejecucion	Inter-grupos	19,000	2	9,500	2,262	,139
		Intra-grupos	63,000	15	4,200		
		Total	82,000	17			
	sonido	Inter-grupos	18,111	2	9,056	3,075	,076
		Intra-grupos	44,167	15	2,944		
		Total	62,278	17			

Tabla A.71. Análisis de varianza de un factor, para la auto-evaluación auditiva de los oboístas en el ejercicio *diminuendo*, dividido por oboístas intérpretes y evaluadores en función del rebajado de la lengüeta.

ANOVA							
oboista			Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
3	ejecucion	Inter-grupos	1,352	2	,676	,237	,790
		Intra-grupos	299,722	105	2,854		
		Total	301,074	107			
	sonido	Inter-grupos	9,463	2	4,731	3,342	,039
		Intra-grupos	148,639	105	1,416		
		Total	158,102	107			
7	ejecucion	Inter-grupos	,241	2	,120	,073	,929
		Intra-grupos	172,167	105	1,640		
		Total	172,407	107			
	sonido	Inter-grupos	2,889	2	1,444	,700	,499
		Intra-grupos	216,778	105	2,065		
		Total	219,667	107			

Tabla A.72. Análisis de varianza de un factor para la evaluación auditiva del ejercicio *diminuendo* realizado por todos los oboístas para los sonidos de la escuela alemana y francesa, en función del rebajado de la lengüeta.

ANOVA							
oboista			Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
3	ejecucion	Inter-grupos	2,422	2	1,211	,407	,667
		Intra-grupos	258,700	87	2,974		
		Total	261,122	89			
	sonido	Inter-grupos	7,622	2	3,811	2,759	,069
		Intra-grupos	120,167	87	1,381		
		Total	127,789	89			
7	ejecucion	Inter-grupos	,822	2	,411	,227	,797
		Intra-grupos	157,633	87	1,812		
		Total	158,456	89			
	sonido	Inter-grupos	2,022	2	1,011	,446	,641
		Intra-grupos	197,100	87	2,266		
		Total	199,122	89			

Tabla A.73. Análisis de varianza de un factor para la evaluación auditiva del ejercicio *diminuendo* realizado por todos los oboístas para los sonidos de la escuela alemana y francesa, en función del rebajado de la lengüeta (excepto el oboísta 3: evitando la autoevaluación).