

La influència de l'entrenament vocal
en les característiques de la veu en
infants de 9 anys

ARIADNA CASAMITJANA I CASABÓ

TREBALL FINAL DE GRAU

Tutor: Dr. Josep Maria Vila Rovira

Agraïments

Som el que ens han deixat aprendre, allò que ens han impulsat a descobrir. Aquelles oportunitats que vam rebutjar i aquells camins que vam decidir agafar. Cada decisió que prenem implica abandonar un tros de qui podríem ser i omple, una mica més, el bagatge sobre qui som. En la meva motxilla, igual que en aquest treball, hi ha nombroses persones que mereixen una atenció i agraïment especial. Aquest projecte, tot i que porti el meu nom, té un tros de totes les persones a les que mencionaré a continuació.

En primer lloc, el meu agraïment més sincer a la Dra. Casanova. Sense ella, aquest treball hagués estat senzillament un altre. Vull donar-li les gràcies per donar-me l'oportunitat de compartir aquest projecte i per confiar en mi, però sobretot, per transmetre'm la passió i ètica amb la que viu la medicina i el cant. Gràcies, de tot cor.

No menys important ha estat el suport del Dr. Vila-Rovira, el tutor d'aquest treball. Gràcies per guiar-me, però sobretot per plantejar-me dubtes. Per incitar-me a pensar, per impulsar-me a ser curiosa, per proposar-me petits reptes a cada reunió. Gràcies per haver-me ajudat a aprendre sense regalar-me les solucions.

Vull agrair especialment a l'Escolania de Montserrat la oportunitat que m'han brindat, a través de la Dra. Casanova, de poder realitzar un projecte com aquest, que és per a mi quelcom més important a nivell personal que un treball final de grau. També vull realitzar un agraïment especial a l'escola Cor de Maria i a l'escola de Sant Roc, ambdues d'Olot. Gràcies per la vostra generositat, per obrir-me les portes de les vostres escoles i per apostar per aquest projecte. Gràcies també als infants i als seus pares. Sense tots vosaltres aquest treball no seria el que és.

M'agradaria dedicar un agraïment profund a l'Anna Planella, la Danièle Perrier, l'Eduard Giménez, la Maria Soler i la Carmen Bustamante. Ells, que configuren el ventall de mestres de cant que he tingut fins a l'actualitat, són una de les raons per les quals actualment sóc una casi-logopeda enamorada de la veu. Gràcies per transmetre'm el vostre amor i la vostra passió per la música, pel cant i per la veu.

A la Núria, la Maria i la Clara, amigues i companyes amb qui he tingut l'immens plaer de compartir aquests 4 anys. Gràcies per les bones estones que hem passat, pel vincle que hem creat i per la confiança, estima i suport que ens hem donat.

I sense poder-hi faltar, un agraïment carinyós als meus amics, especialment a la Imma, la Laura, en Jordi i en Gerard. Estrelles que sempre hi són en la foscor. Persones que amb una mirada omplen silencis. Gràcies per formar part de la meva família. A tu Imma, però, t'he de donar les gràcies espacialment. Per ajudar-me a contactar amb l'escola de Sant Roc i per acompanyar-me i ajudar-me en el procés d'agafar les mostres. Has estat un suport vital per a l'elaboració d'aquest treball. No ho oblidaré, mil gràcies.

Ha arribat el moment de mencionar-vos a vosaltres, a la meva família. Sóc incapaç d'agrair-vos, en unes línies, tot el que sento. Heu sigut i sou la raó de qui sóc. Les persones que han estat, estan i estaran incondicionalment al meu costat. En els mals moments i en els bons. Especialment a tu, mare. Gràcies per tot l'amor, confiança i recolzament que em regales dia a dia.

I per últim, a tu Álvaro, que ja et deus saber gairebé de memòria aquest treball. Tu m'has ajudat fins i tot en aquelles coses que desconeixies. Has escoltat les meves preocupacions i m'has impulsat endavant. Però més enllà de la immensa ajuda realitzada en aquest treball, gràcies per ser el meu motor.

Gràcies per recolzar-me en absolutament totes les decisions que prenc i per confiar infinitament en les meves possibilitats. Per fer de mi, una millor persona. Però per sobre de tot, gràcies per tota l'estima i amor que sóc incapaç de plasmar en aquest full.

A cada un de vosaltres,
Gràcies per formar part d'aquesta motxilla.

LA INFLUÈNCIA DE L'ENTRENAMENT VOCAL EN LES CARACTERÍSTIQUES DE LA VEU EN INFANTS DE 9 ANYS

Ariadna Casamitjana i Casabó

Facultat de psicologia, ciències de l'educació i l'esport (FPCEE). Blanquerna. Universitat Ramon Llull (URL).

Resum

Objectiu. Aquest estudi longitudinal quasi-experimental pre-post es proposa estudiar la influència de l'entrenament vocal en les característiques de la veu d'un grup d'infants de 9 anys.

Metodologia. La freqüència fonamental de la veu parlada i els paràmetres del fonetograma – mínima i màxima freqüència, mínima i màxima intensitat, rang dinàmic i freqüencial i àrea del fonetograma- de 27 infants (16 sense entrenament vocal i 11 amb entrenament vocal) són obtinguts en dues fases amb 6 mesos de diferència entre elles.

Resultats: L'entrenament vocal influencia alguns paràmetres del fonetograma generant un augment en la màxima intensitat i freqüència, en el rang dinàmic i freqüencial i en l'àrea del fonetograma. Altrament, l'entrenament durant sis mesos no genera canvis estadísticament significatius en la mínima freqüència i intensitat, ni en la freqüència fonamental de la veu parlada.

Respecte al grup control, els subjectes que han realitzat entrenament vocal obtenen valors significativament diferents en la mínima i màxima intensitat, en la màxima freqüència, en el rang dinàmic i freqüencial i en l'àrea del fonetograma.

Conclusions: L'entrenament vocal durant sis mesos impacta positivament en les característiques de la veu d'un grup d'infants de 9 anys, generant un augment en la màxima intensitat i freqüència, en el rang dinàmic i freqüencial i en l'àrea del fonetograma.

Paraules clau: Entrenament vocal, freqüència fonamental de la veu parlada (FO), fonetograma, freqüència mínima, freqüència màxima, intensitat mínima, intensitat màxima, rang freqüencial, rang dinàmic, àrea del fonetograma.

LA INFLUENCIA DEL ENTRENAMIENTO VOCAL EN LAS CARACTERÍSTICAS DE LA VOZ EN NIÑOS DE 9 AÑOS

Ariadna Casamitjana i Casabó

Facultad de psicología, ciencias de la educación y del deporte (FPCEE). Blanquerna. Universitat Ramon Llull (URL).

Resumen

Objetivo. Este estudio longitudinal cuasi-experimental pre-post estudia la influencia del entrenamiento vocal en un grupo de niños de 9 años.

Metodología. La frecuencia fundamental de la voz hablada y los parámetros del fonetograma – mínima y máxima frecuencia, mínima y máxima intensidad, rango dinámico y frecuencial y área del fonetograma- de 27 niños (16 sin entrenamiento vocal y 11 con entrenamiento vocal) son obtenidos en dos fases con 6 meses de diferencia entre ellas.

Resultados: El entrenamiento vocal influencia algunos parámetros del fonetograma generando un aumento en la máxima intensidad y frecuencia, en el rango dinámico y frecuencial y en el área del fonetograma. Contrariamente, el entrenamiento durante seis meses no genera cambios estadísticamente significativos en la mínima frecuencia e intensidad, ni en la frecuencia fundamental de la voz hablada.

Respecto al grupo control, los sujetos que han realizado entrenamiento vocal muestran valores significativamente diferentes en la mínima y máxima intensidad, en la máxima frecuencia, en el rango frecuencial y dinámico y en el área del fonetograma.

Conclusiones: El entrenamiento vocal durante seis meses impacta positivamente en las características de la voz en un grupo de niños de 9 años, generando un aumento en la máxima intensidad y frecuencia, en el rango dinámico y frecuencial y en el área del fonetograma.

Palabras clave: Entrenamiento vocal, frecuencia fundamental de la voz hablada (FO), fonetograma, frecuencia mínima, frecuencia máxima, intensidad mínima, intensidad máxima, rango frecuencial, rango dinámico, área del fonetograma.

INFLUENCE OF VOCAL TRAINING IN VOICE CHARACTERISTICS OF 9 YEARS OLD CHILDREN

Ariadna Casamitjana i Casabó

Faculty of Psychology, Education and Sport Sciences (FPCEE). Blanquerna. Universitat Ramon Llull (URL).

Summary

Objectives. This longitudinal quasi-experimental pre-post study examines the influence of vocal training in a group of 9-year-old children measured by voice range profile (VRP) and speech fundamental frequency (F0).

Methods. Speech fundamental frequency and VRP parameters comprising of lowest and highest frequency, minimum and maximum intensity, intensity and pitch range and total VRP area of 27 children (16 without vocal training and 11 undergoing vocal training) were obtained from 6-month separate phases.

Results: Vocal training increases the mean values of some VRP parameters comprising highest intensity and frequency, intensity and pitch range and total VRP area. On the other hand, after 6-months of vocal training, no significant effects on lowest intensity, lowest frequency and speech fundamental frequency were found.

When compared with non-singers, trained children showed significantly different means on highest and lowest intensity, highest frequency, intensity and pitch range and total VRP area.

Conclusions: 6-month vocal training has a positive effect on voice characteristics of 9 year old children, exhibiting an increase of some VRP parameters, comprising highest intensity and frequency, intensity and pitch range, and total VRP area.

Keywords: Voice training, speech fundamental frequency, voice range profile, lowest frequency, highest frequency, minimum intensity, maximum intensity, pitch range, intensity range and total VRP area.

Taula de Continguts

INTRODUCCIÓ	19
1. ANTECEDENTS CIENTÍFICS.....	21
1.1 LA VEU.....	21
1.1.1. Evolució de la veu.....	21
1.1.2. La veu infantil.....	22
1.2. LA VEU CANTADA	24
1.2.1. L'entrenament vocal infantil.....	25
1.2.2. L'educació vocal	29
1.2.2.1. L'educació vocal a les corals infantils.....	30
1.3. MESURES DE VEU.....	31
1.3.1. La fonetometria i el fonetograma	31
1.3.2. El fonetograma i l'entrenament vocal.....	34
1.4. OBJECTIUS I HIPÒTESIS	36
2. METODOLOGIA.....	39
2.1. DISSENY.....	39
2.2. PARTICIPANTS.....	39
2.3. PROCEDIMENT I MATERIALS	39
2.4. TRACTAMENT DE LES DADES I ANÀLISI ESTADÍSTICA.....	40
2.5. GARANTIES ÈTIQUES	41
3. RESULTATS.....	43
3.1. ABANS D'INICIAR EL PERÍODE D'ENTRENAMENT VOCAL.....	43
3.2. DESPRÉS DEL PERÍODE D'ENTRENAMENT VOCAL.....	44
3.2.1. Evolució del grup control.....	44
3.2.2. Evolució del grup experimental	46
3.2.3. Comparació entre el grup control i l'experimental.....	48
4. DISCUSSIÓ	51
4.1. SOBRE LES HIPÒTESIS	51
4.2. SOBRE ELS RESULTATS I ALTRES INVESTIGACIONS.....	54
4.2.1. Valors normatius per a infants de 9 anys.....	54
4.2.1.1. La freqüència fonamental de la veu parlada	54
4.2.1.2. Paràmetres de fonetograma	56

4.2.2. Influència de l'entrenament vocal en les qualitats de la veu en infants de 9 anys	58
5. CONCLUSIONS	65
5.1. QUANT A LES HIPÒTESIS PLANTEJADES	65
5.2. QUANT ALS OBJECTIUS DE LA RECERCA	67
5.3. LIMITACIONS DE L'ESTUDI	68
5.4. LÍNIES PER A FUTURES RECERQUES	69
6. REFERÈNCIES	71
ANNEX	77

Índex de les taules

Taula 1. Diferències anatòmiques entre la laringe adulta i la infantil.....	23
Taula 2. Diferències funcionals i acústiques entre la veu adulta i la infantil	23
Taula 3. Freqüència fonamental de la veu parlada establerta per a nens de 9 anys .	24
Taula 4A. Investigacions que estudien la influència de l'entrenament vocal en les característiques vocals infantils utilitzant paràmetres rellevants pel present estudi.	27
Taula 4B. Resultats dels paràmetres seleccionats a la taula 4A.....	28
Taula 5. Valors normatius del fonetograma infantil per al gènere masculí.	34
Taula 6. Valors estadístics descriptius i prova de U de Mann- Whitney ¹ referents als diferents paràmetres dels infants amb/sense activitat vocal abans d'iniciar el període d'entrenament.	43
Taula 7. Valors estadístics descriptius i prova de Wilcoxon ¹ referents als diferents paràmetres del grup control abans i després del període d'entrenament.....	45
Taula 8. Valors estadístics descriptius i prova de Wilcoxon ¹ referents als diferents paràmetres del grup experimental abans i després el període d'entrenament.	46
Taula 9. Valors estadístics descriptius i prova de U de Mann- Whitney ¹ referents als diferents paràmetres dels infants amb/sense activitat vocal després del període d'entrenament.	48
Taula 10. Freqüències fonamentals del grup experimental i control en les dues fases de mostreig i freqüència fonamental global per a infants de 9 anys.	55
Taula 11. Freqüència fonamental de la veu parlada establerta per a nens de 9 anys en la bibliografia científica i en el present projecte.	55
Taula 12. Valors referents al fonetograma obtinguts en les dues fases de mostreig i mitjana global per aquells paràmetres on no s'han observat diferències estadísticament significatives pel grup control.....	57
Taula 13. Valors referents al fonetograma infantil per al gènere masculí establerts en la bibliografia científica i en el present projecte	57
Taula 14. Resultats obtinguts en el present projecte i en la bibliografia científica referents a la freqüència fonamental de la veu parlada i als paràmetres del fonetograma tant en infants que realitzen entrenament com en infants que no en reben.....	60

Índex de les figures

Figura 1. Esquema sobre les hipòtesis.....	37
Figura 2. Diferències de les mitjanes referents a l'àrea del fonetograma per a infants amb i sense entrenament vocal.....	44
Figura 3. Diferències de les mitjanes referents a la intensitat mínima obtingudes en les dues fases de mostreig pel grup control.....	45
Figura 4. Diferències de les mitjanes referents al rang dinàmic obtingudes en les dues fases de mostreig pel grup control.....	46
Figura 5. Diferències de les mitjanes referents a l'àrea del fonetograma obtingudes en les dues fases de mostreig pel grup control.....	46
Figura 6. Diferències de les mitjanes referents al rang dinàmic obtingudes en les dues fases de mostreig pel grup experimental.....	47
Figura 7. Diferències de les mitjanes referents a la intensitat màxima obtingudes en les dues fases de mostreig pel grup experimental.....	47
Figura 8. Diferències de les mitjanes referents a l'àrea obtingudes en les dues fases de mostreig pel grup experimental.....	47
Figura 9. Diferències de les mitjanes referents al rang freqüencial obtingudes en les dues fases de mostreig pel grup experimental	47
Figura 10. Diferències de les mitjanes referents a la freqüència màxima obtingudes en les dues fases de mostreig pel grup experimental.....	48
Figura 11. Diferències de les mitjanes referents a la intensitat màxima obtingudes entre el grup control i l'experimental passat el període d'entrenament.....	49
Figura 12. Diferències de les mitjanes referents al rang dinàmic obtingudes entre el grup control i l'experimental passat el període d'entrenament.....	49
Figura 13. Diferències de les mitjanes referents al rang freqüencial obtingudes entre el grup control i l'experimental passat el període d'entrenament.....	50
Figura 14. Diferències de les mitjanes referents a la freqüència màxima obtingudes entre el grup control i l'experimental passat el període d'entrenament.....	50
Figura 15. Diferències de les mitjanes referents a la intensitat mínima obtingudes entre el grup control i l'experimental passat el període d'entrenament.....	50
Figura 16. Diferències de les mitjanes referents a l'àrea obtingudes entre el grup control i l'experimental passat el període d'entrenament.....	50
Figura 17. Taula il·lustradora sobre el contrast de les hipòtesis plantejades.....	51

INTRODUCCIÓ

La meua mare sempre m'ha recordat que no van sentir-me la veu fins, aproximadament els 2 anys. La primera vegada que vaig decidir utilitzar-la va ser canturrejant una cançó d'un anunci publicitari de la televisió. Des de que tinc ús de raó, no recordo cap període de la meua vida en el que la música, la veu i el cant no hi fossin presents. Recordo que, durant el batxillerat, vaig tenir molts dubtes. No sabia ben bé què esperava o volia de la meua vida professional. La meua essència és, indubtablement, artística. No obstant, la racionalitat i el món científic també m'atreuen. Tenia una part que m'impulsava a qüestionar-me, em creava la necessitat de racionalitzar tot allò que passava al meu voltant.

La logopèdia m'ha permès unir aquestes dues parts que em sento tan meves. Visc la veu com a usuària, com a professional que en fa ús i espero viure-la com a professional que ajuda als altres a millorar la seva veu. Ho visc amb passió i amor. Passió perquè per a mi, la veu és el que més podria definir-me. Amor per aprendre, per seguir coneixent, per seguir creixent i per ajudar a altres persones.

Que el meu treball final de grau giraria al voltant de la veu era un fet que ni jo mateixa em qüestionava. La meua sorpresa va ser quan la Dra. Casanova em va proposar formar part d'aquest projecte. La il·lusió i l'estima em van envair. No podria haver fusionat més el meu món artístic i científic. Poder analitzar científicament aspectes relatius a la veu cantada era quelcom que feia molt temps que desitjava fer. Estudiar la influència de l'entrenament vocal en les característiques de la veu dels nens em va semblar un tema interessant que m'obria horitzons nous. També per la falta d'afirmacions científicament acceptades sobre com influencia l'entrenament vocal en les característiques de la veu infantil.

El primer capítol d'aquest treball l'assimilo a una posada en escena. Els antecedents científics tenen la finalitat de proporcionar les bases teòriques que ens permetran entendre la part experimental portada a terme en el present projecte. En ells, parlarem essencialment sobre aspectes relatius a la veu infantil, a la veu cantada, a les mesures de veu i als objectius i hipòtesis plantejats. El primer capítol, a més, també té l'objectiu d'exposar aquelles investigacions especialment rellevants pel present estudi. Entendre quins són els antecedents científics per poder conceptualitzar el nostre marc

experimental i les dades que n'obtindrem ha sigut l'última finalitat que m'ha empès a elaborar aquest capítol tal com es troba exposat a continuació.

A partir del segon capítol entrarem en la part experimental del present treball. Inicialment, es presenta l'estudi empíric elaborat i s'exposa la metodologia emprada en aquest projecte.

A continuació es detallen els resultats obtinguts, aspecte que ens condueix a la discussió. La discussió tindrà la finalitat de determinar si les hipòtesis plantejades es confirmen i si els resultats que obtenim s'assimilen o divergeixen dels que es troben en la literatura científica.

Seguidament, en les conclusions es presenta una síntesi on es destaquen els aspectes rellevants referents als resultats i a la discussió, així com també es determinen probables limitacions del present estudi i possibles línies per a futures recerques. Al final de document, s'adjunten les referències bibliogràfiques.

Finalment, s'ha cregut convenient incloure uns annexos, on pugui adjuntar-se tota la informació que no ha tingut cabuda en el treball en sí. En ells, podrem trobar aspectes relatius a les garanties ètiques i a l'anàlisi de dades obtingudes en el procés experimental.

1. ANTECEDENTS CIENTÍFICS

1.1 LA VEU

1.1.1. Evolució de la veu

Des del naixement i fins l'edat adulta –però especialment durant la pubertat- la laringe va descendint, creixent i modificant les seves estructures generant canvis en la fisiologia i en les característiques vocals.

La primera vegada que els humans percebem la veu és durant el període fetal. Aproximadament a les 25 setmanes de gestació, el fetus comença a percebre les veus del seu entorn, especialment la de la seva mare gràcies al desenvolupament de l'oïda (Vila, 2009).

El recent nascut comença a fer ús de la seva veu a través de crits i plors caracteritzats per tenir una freqüència aguda -440-500Hz- i una intensitat elevada -90 dB- (Vila, 2009). La laringe del nadó és petita, rodona, presenta una posició alta (3a o 4a cervical) i una extensió vocal de 5 semitons. El 60-75% de les cordes vocals estan formades per la glotis cartilaginosa, mentre que en l'adultesa la glotis cartilaginosa en configurarà el 40% i la membranosa el 60% restant (Cobeta, Núñez, i Fernández, 2013; Eckel et al., 1999). Des del naixement, la lamina pròpia de les cordes vocals està formada per una monocapa cel·lular. A partir dels 2 mesos, l'estructura cel·lular començarà a diferenciar-se, tot i que la diferenciació estructural d'aquesta en fibres elàstiques i de col·lagen no es donarà, en la seva totalitat, fins els 13 anys (Hartnick, Rehbar, i Prasad, 2005).

Al tercer mes s'inicia el balboteig, amb un descens de la intensitat i l'aparició d'harmònics més greus (Cornut, 1985). Amb els mesos, els sons que es produeixen cada vegada són més variats i rics; i sense saber-ho el bebè comença a experimentar amb la seva veu com a eina de comunicació i d'intercanvi amb l'entorn. Als sis/set mesos, l'extensió vocal ja és d'una octava.

Cap als 12 mesos apareixen les primeres paraules i la veu ja s'utilitza explícitament per a la comunicació i per a relacionar-se amb l'entorn.

L'activitat vocal dels nens augmenta amb l'entrada a l'escola, que normalment és als 3 anys. En aquest moment la freqüència fonamental ja ha descendit als 300 Hz. Els infants

necessiten utilitzar la veu per comunicar-se, per relacionar-se i també per pensar. En la infància, destaca la presència del crit com a forma de comunicació en diferents àmbits quotidians -al pati amb els amics, com a una forma d'expressió no verbal, com a una crida d'atenció, en ambients sorollosos- (Cornut, 1985).

A partir dels 5/6 anys les veus d'ambdós gèneres es poden diferenciar per una distribució distinta dels harmònics i per un ús diferenciat de les intensitats (Vila, 2009). Als 7 anys, la freqüència fonamental és de 270 Hz.

Alguns estudis afirmen que abans de la muda vocal existeixen diferències significatives en la freqüència fonamental d'ambdós gèneres (Nicollas et al., 2008), mentre que d'altres desestimen aquesta afirmació (Courbis i Montereymard, 2014; Sorenson, 1989; Tavares, de Labio, i Martins, 2010).

Es pot establir la presència d'una premuda vocal als 7-8 anys per les nenes i als 8-9 anys pels nens. En aquest període es pot quantificar un descens de la freqüència fonamental i un increment de la intensitat mínima. Al voltant dels 10 anys, també es produeix un descens en la intensitat de la veu cridada (Hacki i Heitmu, 1999).

A partir dels 11 anys es pot iniciar el període de la muda vocal que durarà uns 18 mesos (Hacki i Heitmu, 1999). Durant aquest període de temps, que es correlaciona amb els canvis hormonals, tant la laringe dels nens com la de les nenes sofriran diferents canvis que donaran lloc a la veu que tindran en l'adultesa. Les modificacions en aquest període són molt nombroses i es donen tant a nivell histològic, morfològic com funcional. L'aparició d'un període d'inestabilitat vocal –especialment en nens- es pot entendre com un fenomen normal degut als canvis mencionats. Al voltant dels 20 anys, tant les noies com els nois haurien d'haver desenvolupat plenament les seves estructures laríngies entrant, doncs, en l'adultesa.

1.1.2. La veu infantil

Degut als canvis que es donen al llarg de la infantesa i, sobretot, en el període de la muda vocal, poden evidenciar-se nombroses diferències entre la veu adulta i la infantil. A la taula 1 i 2 (p.23) s'exposen aquestes desigualtats.

Taula 1. Diferències anatòmiques entre la laringe adulta i la infantil

	Infant	Adult
Situació del cricoides ¹	C4 (4a cervical)	C6-C7
Tracte vocal ²	Curt	Més allargat
Longitud de les cordes vocals ³	Fins a 17 mm	Homes: 28 mm Dones: 23 mm
Angle del tiroides ⁴	Nens: 110 graus Nenes: 120 graus	Homes: 90 graus Dones: 120 graus
Lligament vocal ⁵	No diferenciat de la làmina pròpia	Diferenciat de la làmina pròpia

¹ (Vila, 2009)² (Eckel et al., 1999)³ (Vila, 2009)⁴ (Cobeta et al., 2013)⁵ (Hacki i Heitmu, 1999)**Taula 2.** Diferències funcionals i acústiques entre la veu adulta i la infantil

	Infant	Adult
Mecanisme laringi en veu parlada	Principalment el mec II, tot i que pot presentar-se el primer ¹	Homes: Mecanisme I; Dones: Mecanisme I o II ¹
Freqüència fonamental (F0) en Hz	9 anys: 227-243 Hz ²	Homes: 118 - 128Hz; Dones: 208 - 258Hz ³
Extensió vocal	Nens: 17 semitons ^{4a} 29 semitons ^{4b} 32 semitons ^{4c}	De 2 a 3 octaves ⁵
Classificació de la veu cantada	Registre de soprano ⁵	Homes: Tenor, baríton o baix Dones: Soprano, mezzosoprano o contralto ⁵ .

¹(Courbis & Montereymard, 2014)(Courbis & Montereymard, 2014)(Courbis i Montereymard, 2014; Vila, 2009)²(Campisi, Tewfik, i Manoukian, 2015; Glaze, Bless, Milenkovic, i Susser, 1988; Infusino et al., 2015; Nicollas et al., 2008; Sorenson, 1989; Tavares et al., 2010)³(Goy, Fernandes, Pichora-Fuller, i van Lieshout, 2013)^{4a}Per a infants de 9 anys (Hacki i Heitmu, 1999), ^{4b}(Böhme i Stuchlik, 1995) ^{4c}Per a infants de 8 a 10 anys (Courbis i Montereymard, 2014)⁵(Menaldi, 1992)

En diverses investigacions s'han determinat valors normatius de la freqüència fonamental en infants de diverses edats (Campisi et al., 2015; Courbis i Montereymard, 2014; Glaze et al., 1988; Hacki i Heitmu, 1999; Infusino et al., 2015; Nicollas et al., 2008; Sorenson, 1989; Tavares et al., 2010). A la taula 3 (p.24) s'exposen les diferents freqüències fonamentals corresponents a nens de 9 anys. En aquesta taula només s'inclouen les dades referents al sexe masculí, ja que aquesta és la mostra utilitzada en el present projecte.

Taula 3. Freqüència fonamental de la veu parlada establerta per a nens de 9 anys

Autors	Any	Mostra total de l'estudi	Mostra de nens de 9 anys	Freqüència fonamental (Hz)
Sorenson	1989	30	3	237
Hacki i Heitmu	1999	180	10	277
Nicollas et al.	2008	212	17	233
Tavares et al.	2010	240	No especificat	227
Infusino et al.	2015	335	14	243

Courbis i Montereymard (2014) determinen que la freqüència fonamental de la veu parlada per a un grup de 71 infants de 8 a 10 anys és de 245 Hz .

Glaze et al. (1988) estableixen les característiques acústiques referents a la freqüència fonamental, al jitter, al shimmer i a la relació so-soroll en infants de 5 a 11 anys a través de la producció d'una /a/ sostinguda. Aquests valors són analitzats en el global del rang d'edat obtenint una freqüència fonamental de 226 Hz pels nois.

1.2. LA VEU CANTADA

La veu és una eina que a través de la parla ens permet comunicar-nos. No obstant, la veu adquireix una altra dimensió quan aquesta es posa al servei de la música. La parla i el cant comparteixen una mateixa línia base: ambdues manifestacions són generades pel mateix subjecte, amb les mateixes estructures anatòmiques, vida emocional i història personal.

Entre la veu parlada i la veu cantada poden establir-se nombroses diferències (Barmat de Mines, Ramos, Balderiote, i Parente, 2011; Cornut, 1985; Escudero, 1987; Menaldi, 1992; Perelló, Caballé, i Guitart, 1982).

En el cant es necessita tenir un control voluntari sobre la respiració, adaptar-se a la melodia, a les duracions, a les intensitats i a la velocitat exigides per l'obra que s'interpretarà. Cal disposar d'un major rang dinàmic i tonal que la parla, així com d'un control voluntari de la intensitat i habilitat per afinar intervals que poden estendre's fins a octaves. D'altra banda, els formants de la veu cantada generalment es troben desplaçats en relació als de la veu parlada amb l'objectiu de potenciar harmònics greus o aguts depenent del resultat estètic que es vulgui obtenir. El cantant pot interpretar obres en diferents idiomes només coneixent l'aspecte fonètic d'aquestes llengües i la seva interpretació pot ésser acompanyada per altres instruments o per una coral.

El cant parteix dels elements de la veu parlada, però en ell s'incrementen les exigències des del punt de vista fisiològic, psicològic i estètic (Cornut, 1985).

Per tal de poder afrontar aquestes dificultats és necessari realitzar una educació vocal a través de la qual es potenciaran les pròpies habilitats vocals amb l'objectiu d'assolir les exigències de la veu cantada.

1.2.1. L'entrenament vocal infantil

L'establiment d'un criteri empíric per classificar l'activitat vocal dels infants i dels adolescents basat en determinar el grau d'ús vocal i la modalitat d'entrenament vocal permet analitzar detalladament aspectes relatius a l'entrenament (Fuchs et al., 2008). Aquesta classificació és utilitzada com una eina metodològica en algunes investigacions on s'estudia la influència de l'entrenament vocal en les característiques de la veu (Fuchs et al., 2009; Schneider, Zumtobel, Prettenhofer, Aichstill, i Jocher, 2010).

Menaldi (1992) determina que quan l'infant participa d'una activitat vocal semiprofessional o professional les qualitats de la seva veu milloren i l'extensió vocal augmenta.

En aquesta línia, s'han realitzat nombrosos estudis on es determinen els canvis que es donen en les característiques de la veu com a conseqüència de l'entrenament vocal (Barlow i Howard, 2002, 2016; Dejonckere, Wieneke, Bloemenkamp, i Lebacq, 1996; Fuchs et al., 2009; Hareau i Alonso, 2013; Morris, Ternström, LoVetri, i Berkun, 2012; Pribuisiene, Uloza, i Kardisiene, 2016; Schneider et al., 2010; Siupsinskiene i Lycke, 2011). Els paràmetres utilitzats per a valorar la influència de l'entrenament són diferents depenent de la investigació.

En estudis on s'utilitzaven mesures electrolaringogràfiques es va establir que les característiques vocals poden classificar-se d'acord amb l'edat, el gènere i el nivell d'entrenament vocal. Per a infants prepuberals, l'entrenament vocal es relaciona amb l'ús de més d'un registre vocal i amb una disminució d'emissió d'aire en les notes agudes. L'entrenament també minimitza les diferències fisiològiques entre nens i nenes (Barlow i Howard, 2002, 2016).

Nombroses investigacions han utilitzat, entre d'altres paràmetres, la freqüència fonamental de la veu parlada i el fonetograma per tal de determinar la influència de

l'entrenament en les característiques de la veu. Aquests estudis resulten de suma importància degut a que aquests paràmetres seran els utilitzats en el present projecte. Per aquest motiu, en la taula 4A (p.27) es mostren aquestes investigacions. A la taula 4B (p.28) es mostren els resultats dels paràmetres especialment rellevants pel present estudi.

Taula 4A. Investigacions que estudien la influència de l'entrenament vocal en les característiques vocals infantils utilitzant paràmetres rellevants pel present estudi.

Any	Autors	Mostra	Objectiu	Paràmetres analitzats	Procediment
1996	Dejonckere et al.	81 persones de 7 a 12 anys: - 38 amb entrenament vocal (14 nois i 24 noies). - 43 sense entrenament vocal (17 nois i 26 noies).	Comprovar que infants amb entrenament vocal presenten una millor biomecànica laríngia que els que no en reben i que aquestes diferències només estan relacionades amb un entrenament del control de la veu.	- F0*. - Jitter. - Irregularitat.	Sostenir una /a/ a diferents intensitats i a un to comfortable.
2009	Fuchs et al.	183 persones entre 6 i 19 anys, assignats a diferents nivells de formació i regularitat d'entrenament vocal.	Determinar com influeix l'activitat regular del cant i la formació vocal en la milloria dels paràmetres de rendiment, de control vocal i de la percepció de la pròpia veu, així com valorar la influència de l'edat i el gènere.	- Rang freqüencial*. - Intensitat màxima (IM)*. - Temps màxim de fonació (TMF). - Messa di voce. - Percepció de la pròpia veu.	- Rang freqüencial: Ús del teclat. Intervals de tríades majors. - F0: Contar números. - TMF: /a/. - IM: /a/. - Messa di voce: pianissimo – fortissimo – pianissimo. - Qüestionari per la propiocepció. Segueixen les recomanacions de Schutte i Seidner (1983).
2010	Schneider et al.	186 infants de 7 - 10 anys (108 nenes i 78 nens).	Avaluar les capacitats de la veu cantada en infants provinents de diferents ambients socials i musicals.	Fonetograma*	Segueixen les recomanacions de Schutte i Seidner (1983).
2011	Pribuisiene, et al.	75 nens de 6-13 anys: -31 sense entrenament vocal (11 nois i 20 noies) - 44 amb entrenament vocal (18 nois i 26 noies)	Establir les característiques de la veu d'infants de 6-13 anys i avaluar l'impacte de l'edat, el gènere i l'entrenament vocal.	- TMF. - Shimmer. - Jitter. - F0*. - Fonetograma*.	- Fonetograma: Segueixen les recomanacions de Schutte i Seidner (1983). - Altres paràmetres: /a/ sostinguda.
2011	Siupsinskiene i Lycke	161 cantaires: -21 homes, 59 dones i 81 nens prepuberals. 188 no cantaires: - 38 homes, 89 dones i 61 nens. No diferencien gènere.	Examinar els efectes de l'entrenament vocal en les capacitats vocals d'adults i d'infants.	- Fonetograma*. - Perfil de la veu parlada.	-Fonetograma: Segueixen les recomanacions de Schutte i Seidner (1983). - Perfil de la veu parlada: Contar de 1 a 30 a intensitat normal i a màxima intensitat.
2013	Hareau i Alonso	46 infants de 8-15 anys: - 18 nens i 28 nenes (2 nens de 9 anys) -12 sense entrenament vocal i 34 amb entrenament vocal	Determinar la presència del Mecanisme i establir l'efecte de l'edat, el gènere i l'entrenament vocal en les capacitats vocals.	- Fonetograma*	Fonetograma per registres laríngis i global. Segueixen les recomanacions de Schutte i Seidner (1983).

*Paràmetres que seran analitzats a la taula 4B. Tot i l'evident interès per la resta de paràmetres, la seva anàlisi es descarta per no ser objecte d'aquest projecte.

Table 1: Summary of data for the first 1000 rows													
Variable	Mean	SD	Min	Q1	Median	Q3	Max	Null	Missing	Outliers	Skewness	Kurtosis	Distribution
Age	35.2	12.5	18	25	35	45	65	0	0	0	0.5	3.5	Normal
Income	45000	15000	20000	30000	40000	50000	75000	0	0	0	1.2	5.5	Log-normal
Education	15	3	12	13	14	15	18	0	0	0	0.2	2.5	Normal
Gender	0.5	0.5	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	Bernoulli
Married	0.6	0.5	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	Bernoulli
Children	1.5	1.2	0	0	1	2	5	0	0	0	0.5	2.5	Poisson
Homeowner	0.7	0.45	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	Bernoulli
Health	0.8	0.3	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	Bernoulli
Job	10	8	1	2	5	10	15	0	0	0	0.5	3.5	Normal

Table 1: Summary of data for the first 1000 rows

1.2.2. L'educació vocal

El cant pot donar-se en diferents estils musicals, requerint de distintes exigències tècniques i, per tant, de desiguals necessitats pedagògiques. Tot i que es faci esment d'aspectes relacionats amb la pedagogia vocal, no és objecte d'aquest projecte estudiar les diferents tècniques vocals, ni tampoc estendre'ns sobre els estils musicals en els que es pot donar la veu cantada infantil. Les referències a les corals i al mètode de pedagogia vocal d'Ireneu Segarra (1977) s'ha cregut convenient degut a la provenença de la mostra del present estudi.

La veu cantada de l'infant neix de la seva veu parlada (Cornut, 1985). Per tant, el mecanisme que s'utilitza per cantar sol correspondre's al que s'usa per parlar. Generalment, la veu d'un infant té característiques específiques que poden associar-se a la veu d'una dona diferent de la d'un home (Menaldi, 1992).

Antigament s'ha tendit a pensar que l'habilitat per cantar és un talent innat. No obstant, nombroses investigacions provinents de l'àmbit de la pedagogia musical afirmen que qualsevol infant és capaç d'aprendre a cantar si aquests desenvolupen les habilitats necessàries per la veu cantada i els educadors utilitzen una metodologia i material adequat a les característiques de la veu infantil (Apfelstadt, 1988; Atterbury, 1981, 2015).

Inicialment, l'educació vocal hauria de centrar-se en promoure el descobriment de la pròpia veu, identificant els matisos i canvis que es produeixen en la veu parlada. Que l'infant aprengui a escoltar-se i a identificar que pot parlar *més fort* o *més fluix*, *més amunt* o *més avall* i que pot utilitzar diferents melodies és un pas previ per tal de poder prendre el control voluntari sobre la fonació. Seguidament, es podrà iniciar el treball en aspectes com la memòria tonal auditiva, el sentit del ritme i l'afinació.

Metodològicament, un dels aspectes que cobrarà importància en el procés d'educació vocal serà que el material utilitzat s'adeqüi al moment evolutiu de l'infant. Les característiques anatòmiques i fisiològiques de la veu infantil tenen clares conseqüències en la pedagogia vocal (Trollinger, 2007). Per exemple, la tria dels exercicis o obres ha de respectar l'extensió o registre vocal dels infants.

Altrament, la manera d'ensenyar també tindrà implicacions en aquest procés d'aprenentatge. Perelló (citada en Menaldi, 1992) estableix que l'ensenyança del cant en nens ha de ser més artística i higiènica que científica i tècnica, ja que cal aprofitar les grans

facultats imitatives i assimilatives dels infants. Menaldi (1992) determina que per aconseguir la màxima qualitat vocal de la veu cantada dels infants, cal un bon estat de salut físic, un aparell fonador sense problemes funcionals o orgànics, bones cavitats de ressonància i tenir talent i temperament musical.

1.2.2.1. L'educació vocal a les corals infantils

Una coral és una agrupació de cantaires que fusionen les seves veus per tal que aquestes s'homogeneïtzin donant una sonoritat particular i única a cada agrupació coral.

La fusió de les diferents veus per tal de proporcionar aquesta sonoritat diferencial depèn d'una bona impostació de la veu, entesa com a la producció de sons plens, vibrants, rodons, homogenis, sense vacil·lacions ni tremolors al llarg de tota l'extensió vocal (Menaldi, 1992). Cantar a diferents registres vocals i a diferents nivells d'intensitat implica realitzar ajustaments glòtics generant canvis en l'amplitud dels dos primers harmònics (Morris et al., 2012).

Per tal d'aconseguir la impostació de la veu, caldrà treballar els següents aspectes (Segarra, 1977):

- Flexibilitat del vel del paladar, dels llavis, de la llengua, de la mandíbula i de les dents inferiors: La rigidesa dels òrgans de la boca pot perjudicar la veu provocant alteracions en la ressonància –modificant el timbre- i dificultant l'articulació de les paraules.
- Timbre de la veu *rodó*, sense ésser massa clar o massa fosc: S'entén com a timbre *rodó* al resultat d'un bon equilibri entre els harmònics greus i aguts pertanyents a cada vocal. En el timbre *clar* trobem un excés de potenciació dels harmònics aguts i en el timbre *fosc* una accentuació dels harmònics greus.
- Inici del so amb l'atac glòtic simultani.
- Sosteniment de la veu: Optimitzar l'acció dels músculs respiratoris (inspiratoris i expiratoris) per tal de proporcionar la pressió subglòtica necessària durant la fonació.
- Col·locació de la veu: Fenomen resultant de l'acció correcta i coordinada entre la respiració, la fonació i la modulació del so en les cavitats supraglòtiques.

Paral·lelament al treball de la impostació de la veu, Segarra (1977) estableix que també cal portar a terme l'ensenyament de la respiració completa (diafragmàtica i toràcica inferior), ja que configura la base de la tècnica vocal. Aquest mateix autor proposa exercicis respiratoris amb l'objectiu d'incrementar la capacitat pulmonar i el perímetre toràcic beneficiant a la

fonació amb una veu més sonora degut a l'eixamplament de les cavitats de ressonància del tòrax, amb més sosteniment i amb més llibertat per poder portar a terme el fraseig. Aquests exercicis respiratoris poden categoritzar-se en 3 grans grups:

- Exercicis de domini de la respiració: destinats a aprendre a retenir i buidar l'aire, a allargar l'aspiració i a retenir l'alè.
- Exercicis per al cant: destinats a allargar la respiració, a regular la contracció dels pulmons i enfortir els músculs expiratoris, a preparar l'articulació de les consonants i de l'*staccato* i a regular l'expiració durant l'articulació.
- Exercicis amb el cant: destinats proporcionar una igualtat i sosteniment del so, a preparar les notes filades i a augmentar i disminuir la intensitat.

1.3. MESURES DE VEU

1.3.1. La fonetometria i el fonetograma

També coneguda com a *voice range profile*, aquesta eina va ser designada com a fonetograma l'any 1977 per Dejonckere. No obstant, les primeres referències científiques sobre l'origen del fonetograma es remunten a l'any 1952 quan Calvet el va definir com una eina per establir el rang freqüencial i dinàmic de la veu, designant-lo "corba vocal", passant a nomenar-se fonograma l'any 1972 per Komiyama (Elgström, 2006).

La fonetometria consisteix en la medició de les possibilitats laríngies respecte a la producció de totes les freqüències fonamentals possibles i als mínims i màxims nivells de pressió sonora als que es poden emetre les diferents freqüències, al mateix temps que permet determinar quina és la zona de més riquesa i potencialitat vocal. El fonetograma representa la gràfica on es plasmen les dades obtingudes en la fonetometria. La freqüència fonamental (Hz) s'ubica a l'eix horitzontal i mostra la freqüència mínima i la màxima a les que les cordes vocals són capaces de vibrar. En l'eix vertical es representa el nivell de pressió sonora, on apareix la mínima i màxima intensitat (dB) a la que es pot produir cada una de les freqüències examinades (Schutte i Seidner, 1983).

Els paràmetres obtinguts en l'elaboració del fonetograma permeten analitzar, a part de la mínima i la màxima intensitat i freqüència, el rang dinàmic, el rang freqüencial i l'àrea del fonetograma.

El rang dinàmic, expressat en dB, és la diferència entre la màxima i la mínima intensitat. El rang freqüencial, expressat en semitons (st), configura la diferència entre la màxima i la

mínima freqüència. Per tal de poder calcular el rang freqüencial, cal convertir els Hertz en semitons utilitzant la següent fórmula matemàtica (Camargo, Barbosa, i Teles, 2007):

$$st = \log_{12\sqrt{2}}\left(\frac{f}{r}\right)$$

On f correspon al valor de cada freqüència en Hz i r al valor referencial de 16.352 Hz.

La representació dels decibels en l'eix vertical i de les freqüències en l'eix horitzontal dona lloc a una àrea que es pot calcular aplicant la següent fórmula matemàtica expressada en dBxst. (Magalhães, Teles-magalhães, i Pegoraro-krook, n.d.):

$$\text{Àrea} = \sum_{i=1}^{n-1} \{[(Imàx_i - Imín_i) + (Imàx_{i+1} - Imín_{i+1})]/2\} * (st_{i+1} - st_i)$$

On:

- Imàx: Intensitat màxima (dB) que un individu és capaç de produir.
- Imín: Intensitat mínima (dB) que un individu és capaç de produir.
- ST: semitò on és feta la mesura de les intensitats màximes i mínimes.
- N: Nombre d'elements (semitons) pertanyents al fonetograma.

Magalhães et al. suggereixen expressar l'àrea del fonetograma en cm^2 . Per a fer aquesta conversió, cal convertir les unitats essent cada dB 0,15 cm i cada st 0,3 st. Excepte en Magalhães et al., els valors referents a l'àrea del fonetograma en la bibliografia científica són expressats en dBxst (Hareau i Alonso, 2013; Pribuisiene et al., 2016; Siupsinskiene i Lycke, 2011). Per aquest motiu, en el present projecte creiem convenient utilitzar la unitat de dBxst per tal d'expressar les dades referents a l'àrea del fonetograma.

Tot i que en la literatura científica apareixen referències sobre el fonetograma des de 1952, aquest concepte no va ser estandarditzat fins el 1981 per la Unió Europea de Foniàtres. Aquesta estandardització va permetre establir formalment les aplicacions d'aquesta eina: Determinar les possibilitats de la veu cantada, formar part del protocol d'exploració de la veu, complementar el diagnòstic foniàtric i avaluar els resultats del procés terapèutic (Schutte i Seidner, 1983).

Per tal de portar a terme el fonetograma el soroll ambiental ha de ser menor a 40 dB. Els instruments necessaris són un generador de freqüències –un teclat o un dispositiu electrònic- i un sonòmetre o un micròfon. El micròfon o sonòmetre s'ha de situar a 30 cm de

la persona. L'examinador ha de proporcionar la freqüència a través de l'instrumental o bé donant el model vocal. A continuació, la persona examinada haurà de sostenir la freqüència facilitada durant uns segons, a la mínima i màxima intensitat possible. El fonetograma pot realitzar-se amb la producció de diferents vocals (Schutte i Seidner, 1983).

L'elaboració del fonetograma es va portar a terme únicament de forma manual fins l'any 1977, quan Komiyama va establir la possibilitat d'aplicar un mecanisme que permetés inscriure automàticament les corbes en un programa informàtic (Elgström, 2006).

Si bé la tria sobre la realització del fonetograma manual o digital resta sota el criteri dels examinadors, cal tenir en compte que els resultats obtinguts poden divergir depenent del fonetograma utilitzat (Montejo, Garmendia, i Cobeta, 2006).

Tot i que no és objecte d'aquest projecte estudiar la font de variabilitat del fonetograma, és necessari destacar que aquesta eina pot veure's influïda per altres aspectes (Coleman, 2015; Gramming, Sundberg, i Akerlund, 1991; Lamesch, Boris, i Castellengo, 2012). Aquesta variabilitat depèn de factors provinents dels instruments i de l'ambient, de la metodologia procedimental, del propi subjecte i de les qualitats de la veu (Coleman, 2015). La tria de la vocal utilitzada, la duració del so, l'ús de glissando o notes sostingudes, les repeticions o produccions aïllades, l'escalfament vocal, el volum respiratori, la obertura bucal, la presència de vibrato, la presència d'aire en la veu, el control de mecanismes laringis, l'habilitat per afinar, la familiaritat i la motivació per la tasca, el soroll ambiental, la distància del sonòmetre i els intervals freqüencials examinats són factors que poden influir en l'execució del fonetograma, generant variacions en els resultats obtinguts. Per tant, en investigacions on s'utilitza el fonetograma com a eina d'avaluació, cal valorar la influència d'aquests aspectes a l'hora d'establir conclusions sobre els resultats obtinguts.

Els valors normatius del fonetograma en la població infantil han estat establerts en algunes investigacions (Böhme i Stuchlik, 1995; Hacki i Heitmu, 1999; Wuyts, Heylen, Mertens, De Bodt, i Van de Heyning, 2002). En totes elles, els valors s'han diferenciat segons el gènere. En alguns dels estudis, s'han determinat diferents rangs normatius segons l'edat (Böhme i Stuchlik, 1995; Hacki i Heitmu, 1999).

A la taula 5 (p.34) es mostren les dades obtingudes en aquestes investigacions referents al sexe masculí. En el cas de l'estudi de Hacki i Heitmu (1999), s'extrauran únicament les dades pertanyents als infants de 9 anys.

L'extracció de les dades es limita al sexe masculí i al rang d'edat de 9 anys degut a que aquesta és la mostra utilitzada en el present projecte. A la taula 5 no s'inclouen els valors

establerts per Wuyts et al. atès que en la seva publicació s'inclouen els fonetogrames, però no es proporcionen les dades numèriques referents als diferents paràmetres de la fonetometria.

Taula 5. Valors normatius del fonetograma infantil per al gènere masculí.

Autors	Böhme, Stuchlik	Hacki, Heitmu
Any	1995	1999
Edat dels infants de l'estudi	5-14	5-12
Edat corresponent als valors normatius presentats en aquesta taula	7-10	9
Mostra de l'edat analitzada	45	10
Freqüència màxima (Hz - nota musical)	1046.5 - Do ₅	831 - Sol# ₄
Freqüència mínima (Hz/nota musical)	196 - Sol ₂	147.61 - Fa ₂
Rang Freqüencial (st)	29	27
Intensitat màxima(dB)	91	100
Intensitat mínima (dB)	53	51
Rang dinàmic (dB)	37	49
Àrea fonetograma	x	x

Schneider et al. (2010) estudien els valors normatius obtinguts del fonetograma en infants amb i sense entrenament vocal de 7-10 anys. Aquest estudi no ha estat inclòs en la taula 5, ja que els valors establerts no són diferenciats segons el gènere. Les freqüències mínimes i màximes examinades són establertes pels autors (196 Hz – 1319 Hz), de manera que els valors normatius obtinguts per a infants sense entrenament vocal són la intensitat màxima (95 dB), la intensitat mínima (53 dB) i el rang dinàmic (42 dB).

1.3.2. El fonetograma i l'entrenament vocal

Nombroses investigacions han utilitzat el fonetograma com a eina de valoració de la veu cantada adulta (Camargo et al., 2007; DeLeo LeBorgne i Weinrich, 2002; Siupsinskiene i Lycke, 2011; Sulter, Schutte, i Miller, 1995) i infantil (Hareau i Alonso, 2013; Pribuisiene et

al., 2016; Schneider et al., 2010; Siupsinskiene i Lycke, 2011). Aquests estudis mostren que el fonetograma és una eina sensible a la veu cantada i als efectes de l'entrenament vocal.

Camargo et al. (2007) utilitzen el fonetograma per a caracteritzar la dinàmica vocal de coristes afirmant que aquesta eina permet el registre de les qualitats vocals rellevants per una adequada classificació dels cantaires en les diferents veus.

DeLeo LeBorgne i Weinrich (2002) van estudiar l'efecte de 9 mesos d'entrenament vocal en cantants adults. Els resultats indiquen diferències significatives en el rang freqüencial i en la intensitat mínima, suggerint que l'entrenament vocal genera canvis en les qualitats de la veu. De manera semblant, Sulter, Schutte i Miller (1995) estableixen que l'entrenament vocal implica un augment de l'àrea del fonetograma, una millor habilitat per a la producció d'intensitats mínimes i un augment del rang freqüencial.

Siupsinskiene i Lycke (2011) determinen que la influència de l'entrenament vocal és observable en els paràmetres del fonetograma tant en adults com en infants, establint una millora del rang freqüencial, de les freqüències màximes i de l'àrea del fonetograma en les freqüències agudes. Infants i dones també mostren un augment del rang dinàmic, de la intensitat màxima i de l'àrea total del fonetograma.

Les investigacions que han estudiat l'efecte de l'entrenament vocal en la veu cantada infantil utilitzant el fonetograma es troben analitzades a la taula 4A (p.27) i 4B (p.28), en l'apartat de veu cantada infantil (Hareau i Alonso, 2013; Pribuisiene et al., 2016; Schneider et al., 2010; Siupsinskiene i Lycke, 2011).

Diverses investigacions han utilitzat el fonetograma per mecanismes laringis (Hareau i Alonso, 2013; Lamesch et al., 2012; Roubeau, Castellengo, Bodin, i Ragot, 2004). Roubeau et al. (2004) estableixen que aquest consisteix en la superposició dels fonetogrames elaborats per cada un dels dos principals registres obtenint informació sobre les possibilitats vocals inherents als 2 mecanismes. Lamesch et al. (2012) es proposa estudiar la influència de la vocal utilitzada en el fonetograma per mecanismes laringis, establint que la tria de la vocal té conseqüències en les freqüències màximes obtingudes en el primer mecanisme. Hareau i Alonso (2013) hipotitzen la presència del mecanisme 1 en infants de 8-15 anys i utilitzen el fonetograma per mecanismes laringis amb l'objectiu de valorar les diferències en les capacitats vocals d'infants amb i sense entrenament vocal i per avaluar l'efecte de l'edat i del gènere en les qualitats de la veu. En aquesta investigació, el fonetograma per mecanismes laringis no es limita al mecanisme 1 i al 2, sinó que també s'inclou el

mecanisme 3. A través de mesures d'electroglotograma (EGG), es va determinar que la fonació es caracteritza per l'ús de 4 mecanismes laringis diferents, nivellats de M0-M3 (Roubeau, Henrich, i Castellengo, 2009).

En aquesta línia, Courbis i Montereymard (2014) estudien la presència d'aquests 4 mecanismes laringis en 71 infants prepuberals de 8-10 anys. En primer lloc, estudien la presència dels mecanismes principals determinant que un 37% del total dels infants posseeixen el mecanisme 1 i el mecanisme 2, mentre que un 34% dels infants només disposa del mecanisme 2 i un 10% només del mecanisme 1. El percentatge restant no el van poder analitzar perquè el canvi de mecanisme no es va objectivar en l'EGG. En segon lloc, es proposen analitzar la presència dels mecanismes extrems (M0,M3). Cal destacar que no tots els infants realitzen les tasques referides a aquests mecanismes. Respecte als participants que van acomplir aquesta comesa, Courbis i Montereymard determinen que un 82% posseeix el mecanisme 0 i un 93% presenta el mecanisme 3. Finalment, Courbis i Montereymard fan una anàlisi global en la que s'evidencia que només un 29% dels infants posseix els quatre mecanismes. Convé destacar que aquesta recerca ja ha estat citada en altres apartats d'aquest capítol, atès que també s'hi analitzen aspectes referents a l'extensió vocal i a la freqüència fonamental de la veu parlada.

En aquest apartat hem exposat aspectes relatius a la fonetometria i al fonetograma, al mateix temps que hem parlat sobre els estudis que han utilitzat aquesta eina per a valorar aspectes relatius a la veu cantada. En el següent apartat parlarem sobre els objectius i hipòtesis que ens plantejem en el present projecte, aspecte que ens conduirà a concloure el capítol d'antecedents científics donant pas al capítol referent a la metodologia usada en el nostre estudi experimental.

1.4. OBJECTIUS I HIPÒTESIS

La finalitat d'aquest projecte és analitzar la influència de l'entrenament vocal en la freqüència fonamental de la veu parlada i en els paràmetres del fonetograma –freqüència mínima i màxima, rang freqüencial, intensitat mínima i màxima, rang dinàmic i àrea del fonetograma-.

Per tal d'assolir l'objectiu proposat ens plantejem les quatre hipòtesis següents:

H1. Abans d'iniciar el període d'entrenament vocal, no hi ha diferències estadísticament significatives en cap dels paràmetres analitzats entre els infants que realitzaran entrenament –grup experimental- i els que no en rebran –grup control-.

H2: Després del període d'entrenament, en el grup control s'observen diferències estadísticament significatives relatives a una disminució del rang dinàmic i de l'àrea del fonetograma i a un augment de la intensitat mínima.

H3: Després de l'entrenament vocal, en el grup experimental s'observen diferències estadísticament significatives en els següents paràmetres: freqüència màxima, rang freqüencial, intensitat màxima, rang dinàmic i àrea del fonetograma.

H4. Els resultats obtinguts entre el grup control i l'experimental després del període d'entrenament mostren diferències estadísticament significatives entre ambdós grups en els següents paràmetres: freqüència màxima, rang freqüencial, intensitat màxima, intensitat mínima, rang dinàmic i àrea del fonetograma.

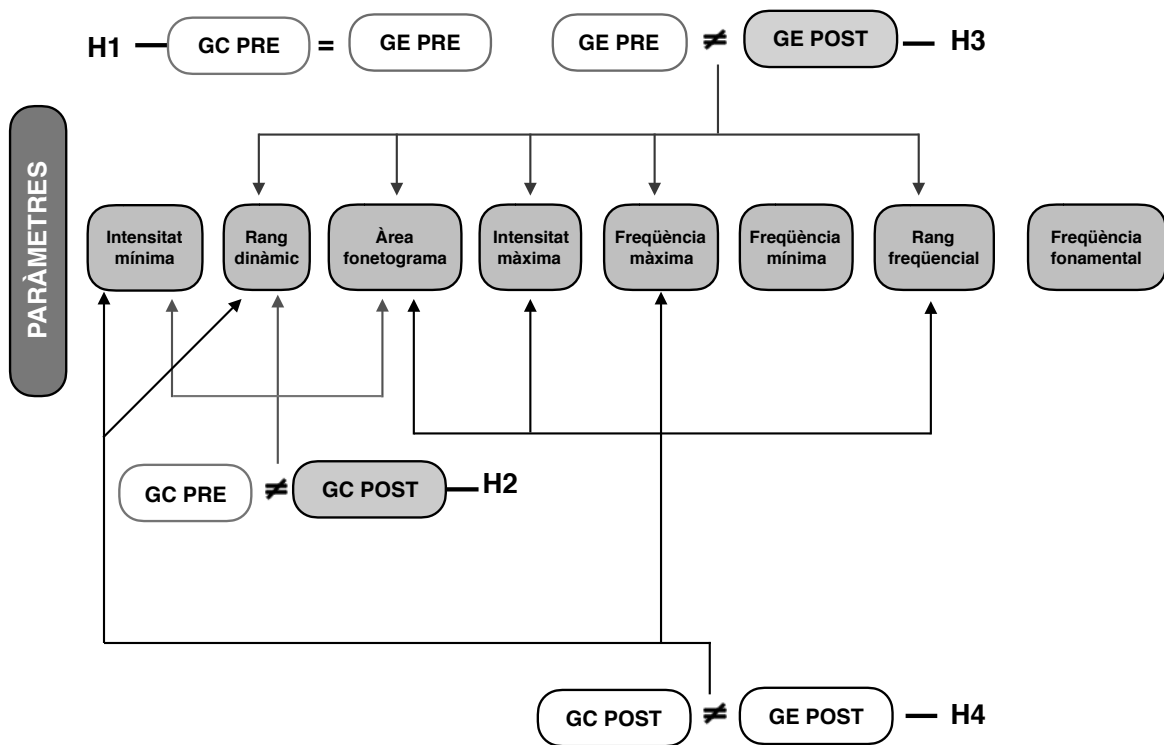


Figura1. Esquema sobre les hipòtesis

2. METODOLOGIA

2.1. DISSENY

Estudi quantitatiu longitudinal de tipus quasi-experimental pre-post amb un grup experimental i un grup control. La primera fase de les mostres es va prendre a inicis de novembre, mentre que la segona a finals d'abril, començaments de maig.

En aquest projecte es presenta una variable independent categorial –entrenament vocal- i vuit variables dependents – freqüència fonamental de la veu parlada (F0), freqüència mínima, freqüència màxima, rang freqüencial, intensitat mínima, intensitat màxima, rang dinàmic i àrea del fonetograma-.

2.2. PARTICIPANTS

Un total de 29 infants de 9 anys del gènere masculí participen en aquest estudi. 18 d'aquests no reben entrenament vocal i formen part de dues escoles d'Olot. Els altres 11 són infants que des de setembre del 2016 s'han incorporat a l'Escolania de Montserrat i reben un entrenament vocal intensiu en el context d'una coral infantil masculina d'institució religiosa.

S'han establert dos criteris d'exclusió:

- Infants amb una $G \geq 1$ en l'escala GRBAS.
- Infants amb patologia vocal coneguda.

Una vegada aplicats els criteris d'exclusió, la mostra total és de 27 infants, essent 11 els que reben entrenament vocal i 16 els que no en reben.

2.3. PROCEDIMENT I MATERIALS

Durant l'exploració s'han realitzat diverses proves, de les quals dues formen part d'aquest treball:

- Primerament cada subjecte ha llegit un fragment d'un conte amb l'objectiu de posteriorment determinar la freqüència fonamental de la veu parlada (F0).
- Seguidament, s'ha elaborat una fonetometria.

Els materials utilitzats han estat els següents:

- Faristol per a subjectar la lectura.
- Lectura: Fragment del conte "El nen de fusta". Text escollit seguint les recomanacions d'un document elaborat per un equip d'assessorament psicopedagògic (EAP, n.d.; Garcia, 2003).
- Gravadora d'àudio de la marca *Zoom*, model H4.
- Micròfon de la marca *AKG*, model 555.
- Sonòmetre de la marca *Sound Level Meter YFE*, model YF-20.

La lectura ha estat enregistrada amb àudio per tal de tractar la informació acústica, mentre que la fonetometria no ha estat enregistrada, sinó que les dades obtingudes s'han entrat directament en un programa informàtic.

Per a la realització de la fonetometria, s'han seguit les indicacions establertes per Schutte i Seidner (1983): La prova s'ha realitzat en una sala on el soroll ambiental és inferior a 40 dB amb el sonòmetre situat a una distància de 30 cm de l'infant.

S'ha utilitzat la vocal /a/ sostinguda durant, almenys, 3 segons. S'ha partit d'una nota central (Mi 3) i s'ha anat augmentant la freqüència seguint l'escala dicotònica. Una vegada arribats a l'extrem agut, s'han executat les freqüències greus. Per a portar-ho a terme, primerament s'ha realitzat la intensitat mínima en totes les freqüències i finalment la màxima.

La instrucció donada als infants ha sigut lleugerament diferent segons el grau de coneixement musical: Al grup control se'ls ha proporcionat el model vocal, mentre que el model per al grup experimental ha estat la nota d'un teclat.

El càlcul de l'àrea del fonetograma i la conversió de freqüències (Hz) en semitons (st) s'ha portat a terme aplicant les fórmules matemàtiques exposades en el capítol anterior (Camargo et al., 2007; Magalhães et al., n.d.).

2.4. TRACTAMENT DE LES DADES I ANÀLISI ESTADÍSTICA

La informació acústica ha estat tractada amb el programa *Audacity*. Versió 2.1.1 per Macintosh i amb el programa *Praat. Doing Phonetics by Computer*, versió 6.0.20 per Macintosh.

Per portar a terme l'anàlisi estadística s'ha utilitzat el programa *Microsoft Excel*, versió 14.4.2 per Macintosh (Microsoft Corporation) i el programa *Statistical Package for Social Science* (SPSS), versió 23.0 per Windows (SPSS Corporation, Chicago, IL).

Degut al nombre de mostres ($n=27$) no s'assumeix la normalitat i es portaran a terme proves estadístiques no paramètriques.

Per tal de comparar un paràmetre entre dos grups independents s'utilitzarà la prova U de Mann-Whitney, mentre que per comparar grups relacionats (pre-post) es realitzarà la prova de Wilcoxon. En els cassos on s'intueixin diferències en la dispersió de la mostra, s'aplicarà el coeficient de variació de Pearson.

2.5. GARANTIES ÈTIQUES

Abans d'iniciar la investigació, es va demanar als tutors legals dels infants que signessin un consentiment informat autoritzant la participació dels menors en el present projecte. En aquest consentiment se'ls ha informat sobre la temàtica de l'estudi, els objectius i el procediment que s'ha portat a terme (annex, p.81).

S'ha garantit la confidencialitat de les dades mitjançant un sistema d'anotació alfanumèric que té una correspondència amb un registre dels noms de les persones. Aquest sistema és el següent:

C/E 1/2. XX

On:

C: Grup control

E: Grup experimental

1: Primera fase

2: Segona fase

XX: Nombre del participant.

Les proves administrades són habituals en la pràctica de l'especialitat i es consideren no nocives.

3. RESULTATS

Després d'exposar la metodologia usada per a portar a terme aquest projecte, passem a presentar els resultats obtinguts en aquest estudi. Primerament, s'exposaran els resultats relatius al grup control i experimental abans d'iniciar el període d'entrenament vocal. Seguidament, s'adjuntaran els resultats obtinguts després del període d'entrenament on s'analitzarà l'evolució del grup control i del grup experimental, al mateix temps que es compararan els resultats obtinguts per ambdós grups després d'haver realitzat un període d'entrenament vocal.

3.1. ABANS D'INICIAR EL PERÍODE D'ENTRENAMENT VOCAL

Com hem comentat en el capítol de metodologia, les variables que ens ocupen estan configurades per la freqüència fonamental de la veu parlada i pels paràmetres del fonetograma –mínima i màxima freqüència, mínima i màxima intensitat, rang dinàmic i freqüencial i àrea del fonetograma-. En aquesta primera anàlisi comprovarem si existeixen diferències estadísticament significatives en aquests paràmetres entre el grup control i experimental abans d'iniciar el període d'entrenament vocal. Així, en la taula 6 (p.43) podem observar els resultats obtinguts pels dos grups en els paràmetres mencionats anteriorment abans d'iniciar el període d'entrenament.

Taula 6. Valors estadístics descriptius i prova de U de Mann-Whitney¹ referents als diferents paràmetres dels infants amb/sense activitat vocal abans d'iniciar el període d'entrenament.

Paràmetres	Grup experimental		Grup control		U de Mann-Whitney	Sig. Assintòtica (bilateral) ²
	Mitjana	Desviació típica	Mitjana	Desviació típica		
Freqüència Fonamental (Hz - nota musical)	241 - Si ₂	17,19	252 - Si ₂	17,51	58,00	0,139
Mínima freqüència (Hz - nota musical)	187 - Fa# ₂	12,32	204 - Sol# ₂	32,25	59,00	0,206
Màxima freqüència (Hz - nota musical)	1150 - Re ₅	124,97	1021 - Si ₄ , Do ₅	188,17	47,00	0,059
Rang freqüencial (st)	31,36	2	27,07	6,67	48,50	0,074
Mínima intensitat (dB)	54,55	3,56	57,33	3,18	48,00	0,069
Màxima intensitat (dB)	99,36	5,182	96,73	6,33	61,50	0,273
Rang dinàmic (dB)	44,82	5,4	39,40	8,43	46,50	0,061
Àrea del fonetograma (dBxst)	638,04	193,95	431,07	127,40	28,00	0,005*

¹ Variable d'agrupació: entrenament vocal

² Interval de confiança del 95%

³ Grup d'infants amb entrenament vocal

⁴ Grup d'infants sense entrenament vocal

* p<0,05

Tal com es pot observar en la taula anterior, existeixen diferències estadísticament significatives en l'àrea del fonetograma entre els infants que realitzaran entrenament vocal i els que no en rebran (U de Mann Whitney = 28,00; $p < 0,05$). A la figura 2 s'il·lustren les diferències de les mitjanes referents a l'àrea del fonetograma per ambdós grups.

Degut a que el gràfic expressat en la figura 2 suggereix una possible diferència en la dispersió de la mostra entre ambdós grups, s'ha cregut convenient calcular el coeficient de variació. El coeficient de variació (CV) en l'àrea del fonetograma és el mateix per ambdós grups, amb un valor de 0,3.

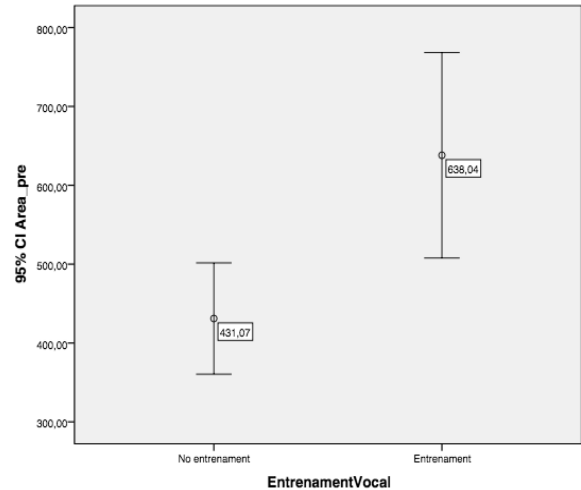


Figura 2. Diferències de les mitjanes referents a l'àrea del fonetograma obtingudes pel grup control i l'experimental.

3.2. DESPRÉS DEL PERÍODE D'ENTRENAMENT VOCAL

3.2.1. Evolució del grup control

Durant els sis mesos que han separat les dues fases de mostreig, el grup control no ha estat sotmès a cap tipus d'entrenament vocal. Estudiar l'evolució de les qualitats de la veu d'aquests infants ens permet entendre si es donen canvis en les qualitats vocals d'infants de 9 anys sense que aquests es trobin sotmesos a un entrenament vocal.

Per tal d'exposar l'evolució d'aquest grup durant els sis mesos, a la taula 7 (p.45) s'exposen l'anàlisi descriptiva i estadística referent a les variables analitzades per aquest grup.

Taula 7. Valors estadístics descriptius i prova de Wilcoxon¹ referents als diferents paràmetres del grup control abans i després del període d'entrenament.

Paràmetres	Grup control pre ²		Grup control post ³		Z	Sig. Assintòtica (bilateral) ⁴
	Mitjana	Desviació típica	Mitjana	Desviació típica		
Freqüència Fonamental (Hz - nota musical)	252 - Si ₂	17,51	244 - Si ₂	20,79	-1,91	0,056
Mínima freqüència (Hz - nota musical)	204 - Sol# ₂	32,25	201 - Sol ₂	32,03	-0,77	0,439
Màxima freqüència (Hz - nota musical)	1021 - Si ₄ , Do ₅	188,17	992 - Si ₄	218	-0,61	0,540
Rang freqüencial (st)	27,07	6,67	27,20	4,83	-0,06	0,950
Mínima intensitat (dB)	57,33	3,177	59,67	2,19	-2,97	0,003*
Màxima intensitat (dB)	96,73	6,33	94,87	6,12	-1,34	0,181
Rang dinàmic (dB)	39,40	8,433	35,20	6,67	-2,26	0,024*
Àrea del fonetograma (dBxst)	431,07	127,40	295,47	122,47	-3,29	0,001*

¹ Variable d'agrupació: entrenament vocal

² Grup control abans d'iniciar el període d'entrenament.

³ Grup control després del període d'entrenament.

⁴ Interval de confiança del 95%

*p<0,05

Tal com es pot observar en la taula anterior, entre la primera i la segona fase de mostreig, destaquen les següents diferències relatives al fonetograma:

- Augment estadísticament significatiu de la intensitat mínima ($z=-2,97$; $p<0,05$).
- Disminució estadísticament significativa del rang dinàmic ($z=-2,26$; $p<0,05$).
- Disminució estadísticament significativa de l'àrea del fonetograma ($z=-3,29$; $p<0,05$).

No s'observen diferències estadísticament significatives respecte la freqüència fonamental de la veu parlada i els següents paràmetres del fonetograma: mínima i màxima freqüència, rang freqüencial i intensitat màxima.

En les figures 3, 4 i 5 s'il·lustren els resultats obtinguts pel grup control en ambdues fases referents a la intensitat mínima, al rang dinàmic i a l'àrea del fonetograma.

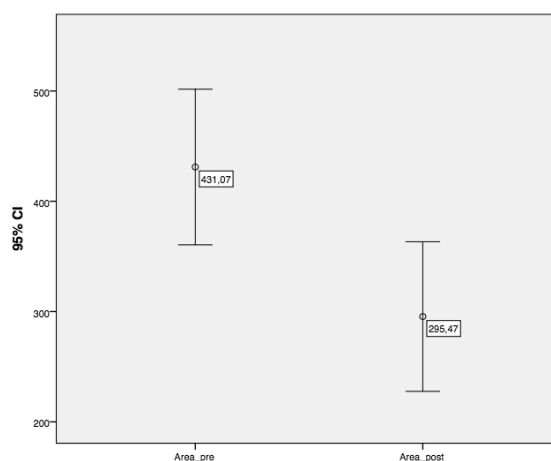


Figura 3. Diferències de les mitjanes referents a l'àrea obtingudes en les dues fases de mostreig pel grup control.

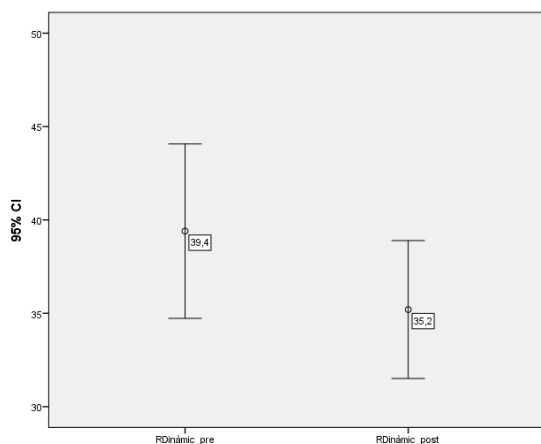


Figura 4. Diferències de les mitjanes referents al rang dinàmic obtingudes en les dues fases de mostreig pel grup control.

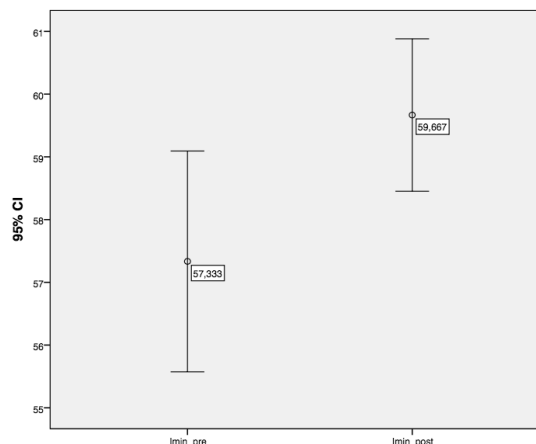


Figura 5. Diferències de les mitjanes referents a la intensitat mínima obtingudes en les dues fases de mostreig pel grup control.

3.2.2. Evolució del grup experimental

Durant els sis mesos que han separat les dues fases de mostreig, el grup experimental ha estat sotmès a un entrenament vocal diari. Estudiar l'evolució de les qualitats vocals d'aquests infants ens permet entendre com ha influït l'entrenament vocal en els diferents paràmetres analitzats.

Per tal d'exposar l'evolució d'aquest grup durant els sis mesos, a la taula 8 (p.46) s'exposen l'anàlisi descriptiva i estadística referent a les variables analitzades per aquest grup.

Taula 8. Valors estadístics descriptius i prova de Wilcoxon¹ referents als diferents paràmetres del grup experimental abans i després el període d'entrenament.

Paràmetres	Grup experimental pre ²		Grup experimental post ³		Z	Sig. Assintòtica (bilateral) ⁴
	Mitjana	Desviació típica	Mitjana	Desviació típica		
Freqüència Fonamental (Hz - nota musical)	241 - Si ₂	17,19	242 - Si ₂	16,75	-0,53	0,594
Freqüència mínima (Hz - nota musical)	187 - Fa# ₂	12,33	178 - Fa ₂	11,77	-1,91	0,056
Freqüència màxima (Hz - nota musical)	1150 - Re ₅	124,97	1414 - Fa ₅	330,7	-2,37	0,018*
Rang freqüencial (st)	31,36	2	35,27	3,85	-2,41	0,016*
Intensitat mínima (dB)	54,55	3,56	53,82	2,6	-0,24	0,811
Intensitat màxima (dB)	99,36	5,182	102,36	5,12	-2,19	0,029*
Rang dinàmic (dB)	44,82	5,4	48,55	5,48	-2,67	0,007*
Àrea del fonograma (dBxst)	638,04	193,95	720,60	172,67	-2,05	0,041*

¹ Variable d'agrupació: entrenament vocal

² Grup d'infants amb entrenament vocal abans d'iniciar el període d'entrenament.

³ Grup d'infants amb entrenament vocal després del període d'entrenament.

⁴ Interval de confiança del 95%

p<0,05

Quant a l'evolució del grup experimental, després del període d'entrenament vocal s'han objectivat els següents canvis referents al fonetograma:

- Augment estadísticament significatiu en la freqüència màxima ($z=-2,37$; $p<0,05$).
- Augment estadísticament significatiu en la intensitat màxima ($z=-2,19$; $p<0,05$).
- Augment estadísticament significatiu en el rang freqüencial ($z=-2,41$; $p<0,05$).
- Augment estadísticament significatiu en el rang dinàmic ($z=-2,69$; $p<0,05$).
- Augment estadísticament significatiu en l'àrea del fonetograma ($z=-2,05$; $p<0,05$).

No s'observen diferències estadísticament significatives respecte la freqüència fonamental de la veu parlada i la mínima freqüència i intensitat obtingudes en el fonetograma.

En les figures 6, 7, 8, 9 i 10 s'il·lustren els resultats obtinguts pel grup experimental en ambdues fases referents a la màxima freqüència, màxima intensitat, rang freqüencial, rang dinàmic i àrea del fonetograma.

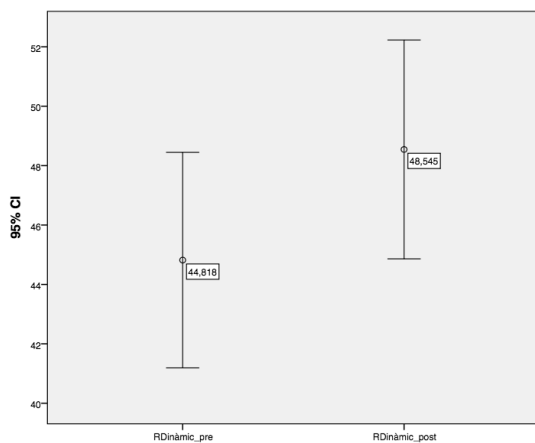


Figura 6. Diferències de les mitjanes referents al rang dinàmic obtingudes en les dues fases de mostreig pel grup experimental.

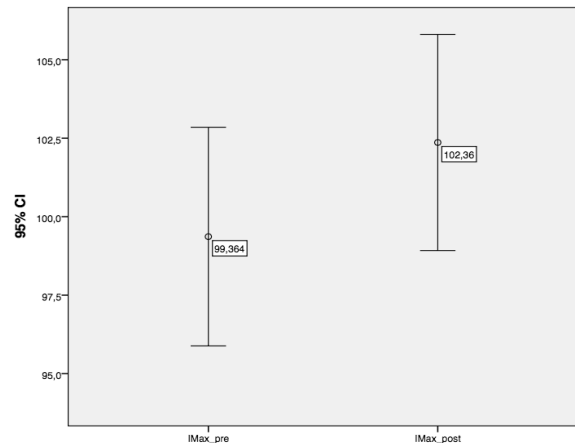


Figura 7. Diferències de les mitjanes referents a la intensitat màxima obtingudes en les dues fases de mostreig pel grup experimental.

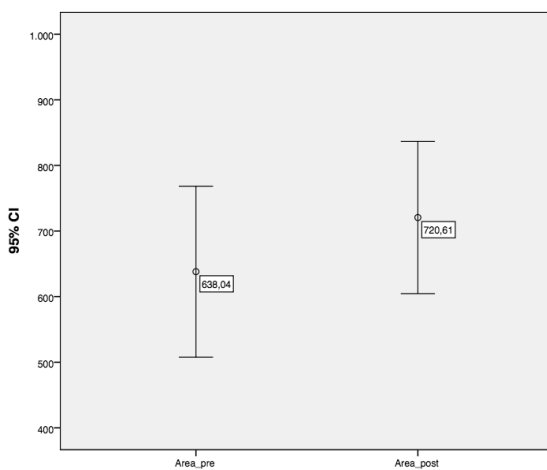


Figura 8. Diferències de les mitjanes referents a l'àrea obtingudes en les dues fases de mostreig pel grup experimental.

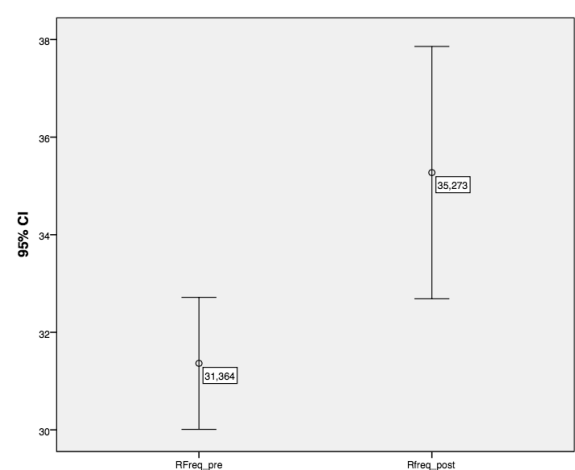


Figura 9. Diferències de les mitjanes referents al rang freqüencial obtingudes en les dues fases de mostreig pel grup experimental.

Atès que els gràfics expressats en les figures 6 i 9 suggereixen una possible diferència en la dispersió de la mostra entre ambdós grups, s'ha cregut convenient calcular el coeficient de variació. El coeficient de variació (CV) en la freqüència màxima abans d'iniciar el període d'entrenament és de 0,11, mentre que passat el període aquest és de 0,23. Referent al CV del rang freqüencial, abans de l'entrenament és de 0,06, mentre que després és de 0,11.

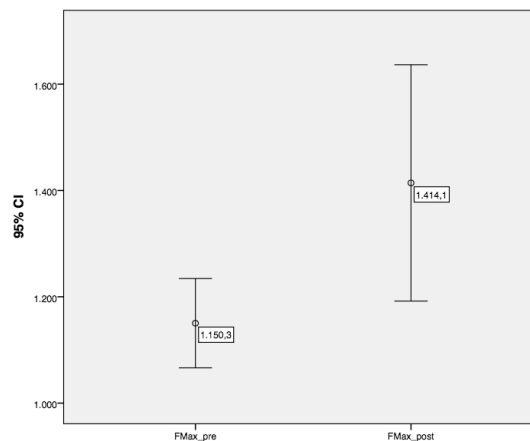


Figura 10. Diferències de les mitjanes referents a la freqüència màxima obtingudes en les dues fases de mostreig pel grup experimental.

3.2.3. Comparació entre el grup control i l'experimental

Després que el grup experimental hagi estat sotmès a un període d'entrenament vocal, ens proposem analitzar les diferències i similituds de les qualitats vocals referents als paràmetres que ens ocupen entre ambdós grups. Amb aquest objectiu, a la taula 9 (p.48) es plasmen les dades referents a l'anàlisi descriptiva i estadística del grup experimental i del grup control.

Taula 9. Valors estadístics descriptius i prova de U de Mann-Whitney¹ referents als diferents paràmetres dels infants amb/sense activitat vocal després del període d'entrenament.

Paràmetres	Grup experimental ²		Grup control ³		U de Mann-Whitney	Sig. Assintòtica (bilateral) ⁴
	Mitjana	Desviació típica	Mitjana	Desviació típica		
Freqüència Fonamental (Hz – nota musical)	242 - Si ₂	16,75	244 - Si ₂	20,79	80,50	0,711
Freqüència mínima (Hz – nota musical)	178- Fa ₂	11,77	201- Sol ₂	32,03	50,50	0,078
Freqüència màxima (Hz – nota musical)	1414 – Fa ₅	330,7	992 - Si ₄	218	20,00	0,001*
Rang freqüencial (st)	35,27	3,85	27,20	4,83	18,00	0,001*
Intensitat mínima (dB)	53,82	2,6	59,67	2,19	5,50	0,000*
Intensitat màxima (dB)	102,36	5,12	94,87	6,12	29,00	0,005*
Rang dinàmic (dB)	48,55	5,48	35,20	6,67	10,00	0,000*
Àrea del fonetograma (dBxst)	720,60	172,67	295,47	122,47	3,00	0,000*

¹ Variable d'agrupació: entrenament vocal

² Grup d'infants amb entrenament vocal

³ Grup d'infants sense entrenament vocal

⁴ Interval de confiança del 95%

* p<0,05

Pel que fa a les diferències objectivades entre les qualitats vocals del grup control i experimental després del període d'entrenament vocal, destaquen diferents paràmetres relatius al fonetograma.

El grup experimental difereix del grup control en els següents aspectes:

- Freqüència màxima significativament superior (U de Mann Whitney = 20,00; $p < 0,05$).
- Intensitat màxima significativament superior (U de Mann Whitney = 29,00; $p < 0,05$).
- Rang freqüencial significativament superior (U de Mann Whitney = 18,00; $p < 0,05$).
- Rang dinàmic significativament superior (U de Mann Whitney = 10,00; $p < 0,05$).
- Àrea del fonetograma significativament major (U de Mann Whitney = 3,00; $p < 0,05$).
- Intensitat mínima significativament menor (U de Mann Whitney = 5,50; $p < 0,05$).

No s'observen diferències estadísticament significatives respecte la freqüència fonamental de la veu parlada i la freqüència mínima obtinguda en el fonetograma.

En les figures 11, 12, 13, 14, 15 i 16 s'il·lustren els resultats obtinguts pel grup control i experimental després del període d'entrenament vocal, referents a la freqüència màxima, intensitat mínima i màxima, rang dinàmic i freqüencial i àrea del fonetograma.

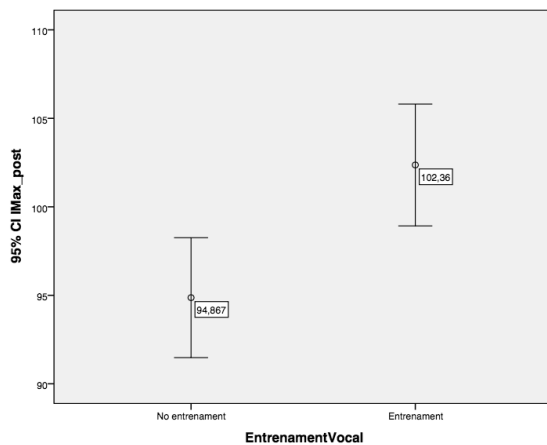


Figura 11. Diferències de les mitjanes referents a la intensitat màxima obtingudes entre el grup control i l'experimental passat el període d'entrenament.

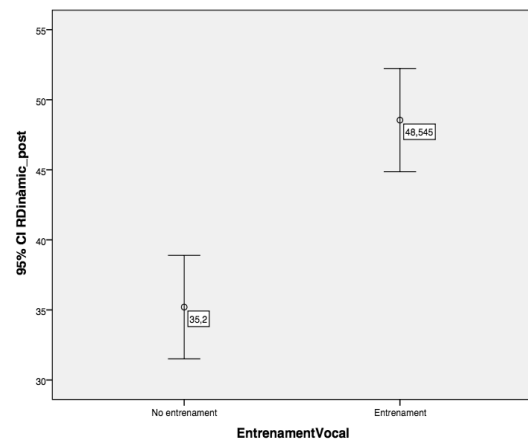


Figura 12. Diferències de les mitjanes referents al rang dinàmic obtingudes entre el grup control i l'experimental passat el període d'entrenament.

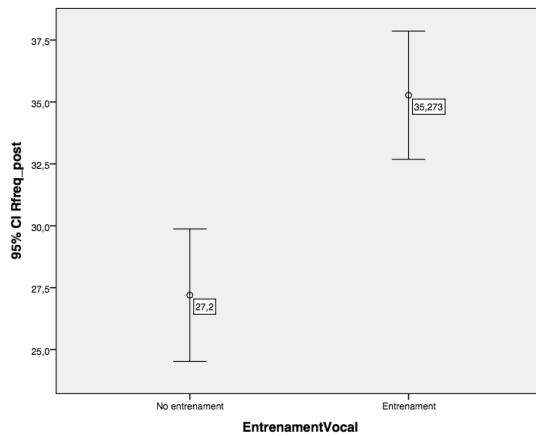


Figura 13. Diferències de les mitjanes referents al rang freqüencial obtingudes entre el grup control i l'experimental passat el període d'entrenament.

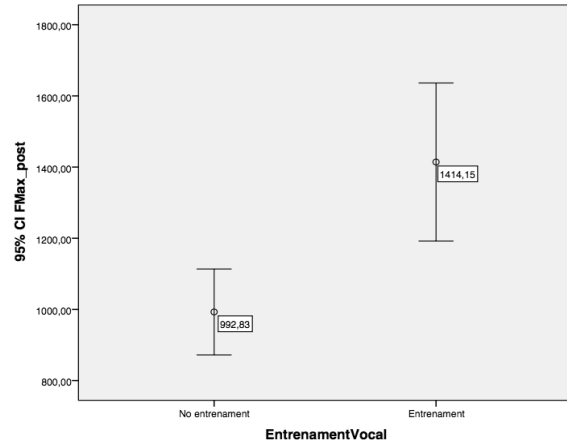


Figura 14. Diferències de les mitjanes referents a la freqüència màxima obtingudes entre el grup control i l'experimental passat el període d'entrenament.

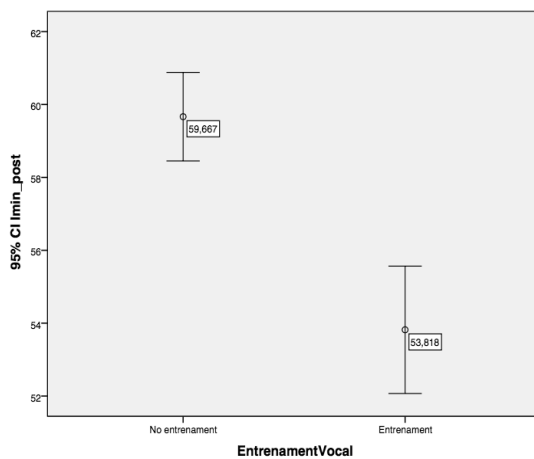


Figura 15. Diferències de les mitjanes referents a la intensitat mínima obtingudes entre el grup control i l'experimental passat el període d'entrenament.

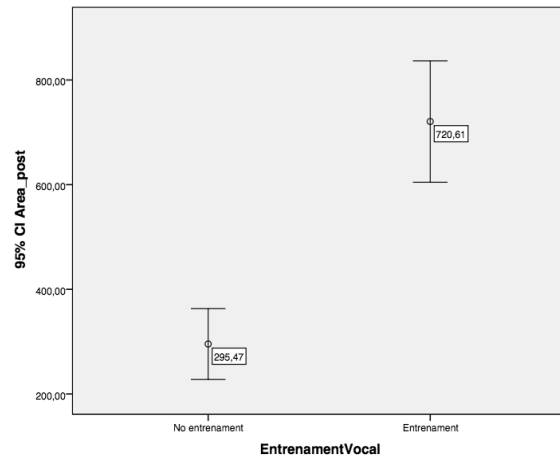


Figura 16. Diferències de les mitjanes referents a l'àrea obtingudes entre el grup control i l'experimental passat el període d'entrenament.

Atès que els gràfics expressats en les figures 14, 15 i 16 suggereixen una possible diferència en la dispersió de la mostra entre ambdós grups, s'ha cregut convenient calcular el coeficient de variació. El coeficient de variació (CV) en la freqüència màxima és de 0,22 pel grup control i 0,23 per l'experimental. El CV en la intensitat mínima és de 0,04 pel grup control i de 0,05 per l'experimental. El CV en l'àrea del fonetograma és de 0,41 pel grup control i de 0,24 per l'experimental essent aquest paràmetre en el que es mostra més dispersió entre el grup control i experimental després del període d'entrenament.

4. DISCUSSIÓ

Els resultats obtinguts en aquest projecte han estat exposats en el capítol anterior. En aquest apartat discutirem, primerament, sobre els resultats obtinguts respecte les hipòtesis plantejades. Seguidament, relacionarem les pròpies dades amb les presentades en altres investigacions citades en el capítol d'antecedents científics.

4.1. SOBRE LES HIPÒTESIS

En el capítol d'antecedents científics s'han exposat les hipòtesis plantejades pel present projecte. Tal com s'ha mencionat al capítol de metodologia, aquestes hipòtesis han estat elaborades d'acord a dos grups d'infants de 9 anys: un grup experimental format per infants que han rebut sis mesos d'entrenament vocal (n=11) i un grup control format per nens que no han realitzat cap tipus d'entrenament (n=18). En la figura 17 s'exposa una taula on s'il·lustra el contrast de les hipòtesis segons els resultats obtinguts per aquests grups.

CONTRAST HIPÒTESIS	RAÓ PER LA QUAL NO ES COMPLEIX LA HIPÒTESI
<p>H1. Abans d'iniciar el període d'entrenament vocal, no hi ha diferències estadísticament significatives en cap dels paràmetres analitzats entre els infants que realitzaran entrenament -grup experimental- i els que no en rebran -grup control-.</p>	<p>Diferències objectivades estadísticament: - Àrea superior en el grup experimental.</p>
<p>H2. Després del període d'entrenament, en el grup control s'observen diferències estadísticament significatives relatives a una disminució en el rang dinàmic i en l'àrea del fonetograma i a un augment en la intensitat mínima.</p>	
<p>H3. Després de l'entrenament vocal, en el grup experimental s'observen diferències estadísticament significatives en els següents paràmetres: freqüència màxima, rang freqüencial, intensitat màxima, rang dinàmic i àrea del fonetograma.</p>	
<p>H4. Els resultats obtinguts entre el grup control i l'experimental després del període d'entrenament mostren diferències estadísticament significatives entre ambdós grups en els següents paràmetres: freqüència màxima, rang freqüencial, intensitat màxima, intensitat mínima, rang dinàmic i àrea del fonetograma.</p>	
<p>COLOR VERD: HIPÒTESI CONFIRMADA COLOR VERMELL: HIPÒTESI FALSA</p>	

Figura 17. Taula il·lustradora sobre el contrast de les hipòtesis plantejades.

Prenent en consideració la figura 17, es compleixen tres de les hipòtesis plantejades en aquest projecte.

En la primera hipòtesi ens plantejàvem no trobar diferències significatives en les qualitats vocals del grup control i experimental abans d'iniciar el període d'entrenament vocal. Aquesta afirmació es fonamentava en l'entesa que, si el període d'entrenament vocal no s'havia iniciat, tampoc podíem esperar trobar diferències en les seves qualitats vocals. Tal com s'ha evidenciat estadísticament, l'àrea del fonetograma del grup experimental és superior a la del grup control abans d'iniciar el període d'entrenament. Aquesta diferència, no contemplada en la nostra hipòtesi, podria justificar-se entenent que els infants que formen part del grup experimental fa anys que reben una educació musical fonamentada, bàsicament, en el llenguatge musical. Tot i que no hagin portat a terme un entrenament vocal com a tal, a les classes de llenguatge també s'utilitza la veu cantada i, podria ser que d'alguna manera, l'educació musical rebuda hagi influenciat indirectament en les qualitats de la veu, dotant a aquests infants d'una àrea superior que la d'aquells que mai han rebut una educació musical.

La segona hipòtesi refereix a l'evolució de les qualitats vocals en el grup control. Aquesta hipòtesi es va elaborar tenint en compte varis aspectes. L'edat dels infants (9 anys) els posiciona lluny de l'inici de la muda vocal, establerta per alguns autors a partir dels 11 anys (Hacki i Heitmu,1999). Conseqüentment, no esperàvem observar canvis atribuïbles a la muda vocal en el nostre grup d'infants.

No obstant, Hacki i Heitmu (1999) estableixen un període de premuda vocal en el que els infants experimenten un descens en la freqüència fonamental de la veu parlada i un increment en la intensitat mínima. Fonamentant-nos en aquestes dades, hem cregut oportú afirmar que, en un període de 6 mesos, podríem observar un augment en la intensitat mínima. A més, considerem que l'augment d'aquest paràmetre generarà una disminució en el rang dinàmic i en l'àrea del fonetograma. Altrament, en la nostra hipòtesi no hem contemplat canvis estadísticament significatius en la freqüència fonamental de la veu parlada, ja que considerem que un període de 6 mesos és poc temps per poder evidenciar modificacions significatives en aquest paràmetre.

Tal com s'ha evidenciat en el capítol de resultats, el grup control ha experimentat un augment en la intensitat mínima i una disminució en el rang dinàmic i en l'àrea del fonetograma, confirmant-se la segona hipòtesi plantejada en aquest projecte.

A part de les divergències evidenciades en l'anàlisi estadística, també s'ha observat una tendència generalitzada de descens de la freqüència fonamental de la veu parlada respecte la primera fase de mostreig, a excepció d'un infant que ha incrementat la seva freqüència fonamental 40 Hz. Tal com hem plantejat en la nostra hipòtesi, aquest descens de la freqüència fonamental de la veu parlada no és significatiu, però aquesta tendència ens permet afirmar la presència de la premuda vocal informada pels autors mencionats anteriorment.

Quant a la tercera hipòtesi, referida a l'evolució del grup experimental després d'un període d'entrenament vocal de 6 mesos, aquesta també es confirma. Tal com esperàvem, la freqüència i intensitat màxima, el rang freqüencial i dinàmic i l'àrea total del fonetograma han experimentat un augment estadísticament significatiu respecte la primera fase de mostreig. El plantejament d'aquesta hipòtesi es fonamenta principalment en la bibliografia científica referent a la influència de l'entrenament vocal en les qualitats vocals infantils. Així, els estudis detallats en la taula 4A i 4B (capítol d'antecedents científics, p.27-28) són la principal justificació per la hipòtesi plantejada.

D'acord amb el fenomen de premuda vocal (Hacki i Heitmu, 1999), els infants haurien d'experimentar un augment en la intensitat mínima. No obstant, en el present projecte considerem que l'entrenament vocal pot contribuir al manteniment d'aquest paràmetre.

Si bé no existeix un acord consensuat sobre quins paràmetres es veuen afectats per l'entrenament vocal en les investigacions detallades en les taules mencionades, l'estudi de la bibliografia científica ens ha permès tenir una base sobre la que fonamentar la nostra hipòtesi. No obstant, aspectes com la intensificació de l'entrenament portat a terme, el període de temps i l'edat dels infants són factors que han tingut una clara influència en la determinació dels paràmetres que es veurien influenciats per aquest entrenament.

Amb relació a la confirmació de la quarta hipòtesi, aquesta és el resultat de l'acompliment de la segona i de la tercera hipòtesis.

La quarta hipòtesi planteja les diferències estadísticament significatives entre el grup control i l'experimental després del període d'entrenament. Així, aquestes divergències dependran de l'evolució del grup control (hipòtesi 2) i del grup experimental (hipòtesi 3). En la segona hipòtesi s'ha confirmat que el grup control ha experimentat un augment en la intensitat mínima i una disminució en el rang dinàmic i en l'àrea del fonetograma; mentre que en la tercera s'ha determinat que el grup experimental ha augmentat la freqüència i intensitat màxima, el rang dinàmic i freqüencial i l'àrea del fonetograma.

Conseqüentment, la combinació d'aquestes dues afirmacions ens condueix a determinar que el grup experimental mostra una major freqüència i intensitat màxima, un major rang

dinàmic i freqüencial, una major àrea del fonetograma i una menor intensitat mínima respecte al grup control.

L'acompliment de la quarta hipòtesi ens condueix a plantejar-nos els efectes de l'entrenament vocal observats en aquest estudi. Tot i que no es pugui demostrar estadísticament que existeix una correlació entre l'entrenament vocal i la modificació dels paràmetres exposats anteriorment, és suggerent que després d'un període d'entrenament vocal existeixin diferències estadísticament significatives en la majoria dels paràmetres analitzats en aquest estudi. En conseqüència, podem afirmar que l'entrenament vocal ha contribuït al manteniment de la intensitat mínima i ha generat un augment en la freqüència i intensitat màxima, en el rang dinàmic i freqüencial i en l'àrea del fonetograma.

4.2. SOBRE ELS RESULTATS I ALTRES INVESTIGACIONS

En l'apartat anterior s'ha discutit l'acompliment de les hipòtesis plantejades en el present projecte en funció dels resultats obtinguts. En aquest punt, ens proposem relacionar aquestes dades amb la bibliografia científica referenciada en el capítol d'antecedents científics. Inicialment, parlarem sobre els valors normatius per a infants de 9 anys establerts en la bibliografia científica relacionant-los amb els obtinguts en el nostre estudi pel grup control. Seguidament, exposarem l'evolució del grup experimental i les diferències en les qualitats vocals entre ambdós grups després del període d'entrenament, relacionant-t'ho amb les dades establertes en altres estudis.

4.2.1. Valors normatius per a infants de 9 anys

Varies investigacions han estudiat els valors normatius referents a la freqüència fonamental de la veu parlada i als paràmetres del fonetograma en la població infantil. En aquest apartat ens proposem relacionar i discutir els resultats obtinguts pel grup control amb les dades normatives establertes en la bibliografia científica. Per a fer-ho, inicialment parlarem sobre la freqüència fonamental i, seguidament, sobre les dades referents al fonetograma.

4.2.1.1. La freqüència fonamental de la veu parlada

Realitzant una anàlisi dels resultats obtinguts, la freqüència fonamental no ha diferit ni en el grup control ni en l'experimental entre les dues fases de mostreig.

No obstant, pel grup control podria establir-se una tendència generalitzada a una disminució de la freqüència, aspecte que com s'ha comentat anteriorment, podria relacionar-se amb un

fenomen precedent a la muda vocal. Donat que aquesta diferència no és estadísticament significativa, no podem establir valors diferenciats de la freqüència fonamental entre ambdós grups abans i després del període de 6 mesos, de manera que calculem una freqüència fonamental mitjana relativa a ambdós fases i per tota la població estudiada. A la taula 10 (p.55) s'exposen els valors obtinguts per ambdós grups a les dues fases de mostreig i una mitjana global per la població estudiada.

Taula 10. Freqüències fonamentals del grup experimental i control en les dues fases de mostreig i freqüència fonamental global per a infants de 9 anys.

Referència del valor	Grup experimental (Hz)	Grup control (Hz)	Tots els subjectes (Hz)
Primera fase de mostreig	241	252	
Segona fase de mostreig	242	244	
Mitjana total	242	248	245

Després d'exposar la freqüència fonamental de la veu parlada obtinguda per la nostra població, a la taula 11 (p.55) ens proposem exposar els diferents valors obtinguts en la bibliografia científica citada en el capítol d'antecedents científics i en el present projecte (Hacki i Heitmu, 1999; Infusino et al., 2015; Nicollas et al., 2008; Sorenson, 1989; Tavares et al., 2010).

Taula 11. Freqüència fonamental de la veu parlada establerta per a nens de 9 anys en la bibliografia científica i en el present projecte.

Autors	Any	Mostra total de l'estudi	Mostra de nens de 9 anys	Freqüència fonamental (Hz)
Sorenson	1989	30	3	237
Hacki i Heitmu	1999	180	10	277
Nicollas et al.	2008	212	17	233
Tavares et al.	2010	240	No especificat	227
Infusino et al.	2015	335	14	243
Present projecte	2017	27	27	245

Prenent en consideració la taula 11, els nostres resultats són pràcticament iguals als obtinguts per Infusino et al. (2015). De la mateixa manera, la freqüència fonamental obtinguda també és similar a la determinada per Sorenson (1989) i Nicollas et al. (2008). Contràriament, els valors determinats per Hacki i Heitmu (1999) i per Tavares et al. (2010) divergeixen dels establerts en el present projecte. Hacki i Heitmu obtenen la freqüència fonamental de l'explicació espontània d'una història curta, mentre que Tavares et al. a través d'una /a/ sostinguda. Podria ser que aquesta diferència metodològica generés canvis en la freqüència obtinguda. En el present projecte, la freqüència fonamental de la veu

parlada s'ha determinat a través de la lectura d'un text. A banda de que la prosòdia utilitzada en la parla espontània i en la lectura pot ésser diferent, en el present projecte la lectura no sempre ha resultat fàcil i alguns subjectes s'han encallat ocasionalment. Aquests factors generen que en la lectura s'hagi utilitzat una prosòdia lleugerament diferent de la que s'hagués usat en la parla espontània, de manera que la corba melòdica també pot diferenciar-se generant una freqüència fonamental lleugerament diferent depenent de la tasca en qüestió. D'altra banda, obtenir la freqüència fonamental a través d'una /a/ sostinguda implica eliminar qualsevol corba melòdica, així com limitar aquesta freqüència a la vocal en qüestió. Per tant, la freqüència fonamental obtinguda a través d'una vocal sostinguda és difícil de comparar amb l'obtinguda a través de la lectura d'un text o de la parla espontània.

Courbis i Montereymard (2014) van estudiar la freqüència fonamental de la veu parlada en infants de 8 a 10 anys, obtenint una freqüència fonamental de 245 Hz, essent igual a la obtinguda en aquest projecte per infants de 9 anys. D'altra banda, Glaze et al. (1988) van determinar una freqüència fonamental de 225,92 Hz per a infants de 5-11 anys a través d'una /a/ sostinguda. L'estudi de la freqüència per tot el rang d'edat i la metodologia utilitzada pot explicar que aquest valor difereixi de l'obtingut en el nostre estudi.

4.2.1.2. Paràmetres de fonetograma

Els valors normatius corresponents al fonetograma per a infants de 9 anys també han estat determinats en diversos estudis exposats en el capítol d'antecedents científics (Böhme i Stuchlik, 1995; Hacki i Heitmu, 1999; Wuyts et al., 2002). Els resultats obtinguts respecte als paràmetres del fonetograma pel grup control són comparables amb els valors normatius establerts per altres investigacions, ja que aquest grup correspon a infants que no realitzen cap tipus d'entrenament vocal.

Tal com s'ha exposat en l'apartat anterior, després d'un període de 6 mesos el grup control ha experimentat un augment en la intensitat mínima i una disminució en el rang dinàmic i en l'àrea del fonetograma (hipòtesi 2).

A fi de determinar un únic valor pels paràmetres en els que no s'han observat diferències estadísticament significatives entre les dues fases de mostreig del grup control, a la taula 12 (p. 57) s'exposen els valors obtinguts per aquest grup a les dues fases de mostreig i una mitjana global pels paràmetres on la divergència ha estat no significativa.

Taula 12. Valors referents al fonetograma obtinguts en les dues fases de mostreig i mitjana global per aquells paràmetres on no s'han observat diferències estadísticament significatives pel grup control.

Paràmetres	Primera fase	Segona fase	Mitjana global arrodonida
Freqüència màxima (Hz - nota musical)	1021 - Si ₄ , Do ₅	993 - Si ₄ , Do ₅	1007 - Si ₄ , Do ₅
Freqüència mínima (Hz - nota musical)	204 - Sol# ₂	201 - Sol ₂	203 - Sol ₂ , Sol# ₂
Rang Freqüencial (st)	27	27	27
Intensitat màxima (dB)	96,73	94,87	97
Intensitat mínima (dB)	X	X	X
Rang dinàmic (dB)	X	X	X
Àrea fonetograma (dBxst)	X	X	X

Amb l'objectiu d'exposar la relació entre els resultats obtinguts en el present estudi i els corresponents a la bibliografia científica, a la taula 13 (p.57) s'exposen els valors referents al present projecte i a les investigacions en qüestió. Com que s'han obtingut valors diferenciats en els paràmetres mencionats anteriorment entre ambdues fases, s'ha cregut convenient incloure ambdós valors en la taula 13.

Taula 13. Valors referents al fonetograma infantil per al gènere masculí establerts en la bibliografia científica i en el present projecte

Autors	Böhme, Stuchlik	Hacki, Heitmu	Present projecte
Any	1995	1999	2017
Edat dels infants de l'estudi	5-14	5-12	9
Edat corresponent als valors normatius presentats en aquesta taula	7-10	9	9
Mostra de l'edat analitzada	45	10	15
Freqüència màxima (Hz – nota musical)	1046.5 - Do ₅	831 - Sol# ₄	1007 - Si ₄ , Do ₅
Freqüència mínima (Hz – nota musical)	196 - Sol ₂	148 - Fa ₂	202 - Sol ₂ , Sol# ₂
Rang Freqüencial (st)	29	27	27
Intensitat màxima (dB)	91	100	97
Intensitat mínima (dB)	53	51	57 – 60
Rang dinàmic (dB)	37	49	39 – 35
Àrea fonetograma (dBxst)	x	x	431.06- 295,47

En la taula 13 s'evidencia que, en alguns paràmetres, els resultats que obtenim en el present projecte es troben en la línia dels determinats per Böhme i Stuchlik (1995). Especialment, la freqüència mínima i màxima són els paràmetres que més coincideixen amb els autors mencionats. El valor referent al rang dinàmic, tot i que no coincideix exactament amb el proposat per aquests autors, també podria assimilar-s'hi. Referent a les dades proposades per Hacki i Heitmu (1999), el valor referent al rang freqüencial és el que més coincideix amb els nostres resultats.

D'altra banda, la intensitat mínima i màxima són els paràmetres que més han diferit de les investigacions plasmades en la taula 13. La intensitat mínima se situaria per sobre de l'establerta pels diferents autors, mentre que el valor de la intensitat màxima configuraria un punt mig entre els proposats per les investigacions mencionades.

Altrament, en cap de les dades normatives analitzades apareixen valors referents a l'àrea del fonetograma. No obstant, aquest paràmetre es discutirà a l'últim apartat d'aquest capítol, d'acord amb les investigacions que estudien la influència de l'entrenament vocal en les qualitats vocals determinant el valor de l'àrea del fonetograma tant per infants que realitzen entrenament vocal com per aquells que no en reben.

Finalment, seria interessant comparar els resultats obtinguts pel nostre grup control amb les dades establertes per Wuyts et al. (2002). Contràriament, en aquesta investigació es van publicar les gràfiques obtingudes sense fer esment de les dades numèriques, fet pel que ens és impossible comparar els nostres resultats.

4.2.2. Influència de l'entrenament vocal en les qualitats de la veu en infants de 9 anys

La finalitat d'aquest projecte és comprovar la influència de l'entrenament vocal en les qualitats de la veu en un grup de 9 anys. Els resultats, exposats en el capítol anterior, indiquen que els infants que han rebut entrenament vocal han millorat significativament en alguns dels paràmetres analitzats (freqüència i intensitat màxima, rang dinàmic i freqüencial i àrea del fonetograma) i han mantingut estable la intensitat mínima, generant l'aparició de diferències significatives en les seves qualitats vocals i en les del grup control.

Anteriorment hem destacat que no podem afirmar rotundament que l'entrenament vocal sigui el causant d'aquestes millores, però que ens semblava suggerent que aquests canvis

s'esdevinguessin en el grup de persones que realitzen un entrenament vocal. Al capítol d'antecedents científics hem exposat detalladament aquells estudis que demostren diferències en els paràmetres analitzats en el present projecte depenent de l'entrenament vocal (Dejonckere et al., 1996; Fuchs et al., 2009; Hareau i Alonso, 2013; Pribuisiene et al., 2016; Schneider et al., 2010; Siupsinskiene i Lycke, 2011). Amb l'objectiu de poder relacionar i contrastar els nostres resultats amb les investigacions mencionades, a la taula 14 (p.60) s'exposen els resultats obtinguts en aquestes investigacions i en el present projecte.

Table 1: Summary of data for the first part of the document	
Category	Value
Item 1	10
Item 2	20
Item 3	30
Item 4	40
Item 5	50
Item 6	60
Item 7	70
Item 8	80
Item 9	90
Item 10	100
Item 11	110
Item 12	120
Item 13	130
Item 14	140
Item 15	150
Item 16	160
Item 17	170
Item 18	180
Item 19	190
Item 20	200

Referent a la taula 14 (p.60) , primerament destaca que la freqüència fonamental de la veu parlada no divergeix en aquells infants que realitzen entrenament vocal d'aquells que no en reben. Aquest aspecte ja l'hem mencionat anteriorment, quan discutíem la relació de la freqüència fonamental de la veu parlada obtinguda amb les dades normatives establertes per altres investigadors. D'altra banda, destaca que altres investigacions també determinen la igualtat de la freqüència fonamental de la veu parlada entre infants que realitzen entrenament vocal d'aquells que no en reben (Dejonckere et al., 1996; Pribuisiene et al., 2016; Siupsinskiene i Lycke, 2011). Així, contrastant els nostres resultats amb la bibliografia científica, semblaria que la freqüència fonamental és independent de l'entrenament vocal.

En els paràmetres referents al fonetograma, tal com es pot observar en la taula 14, en la bibliografia científica no trobem uns resultats homogenis que puguin suggerir clarament en quins paràmetres pot influenciar l'entrenament vocal. Així, els resultats que nosaltres obtenim poden relacionar-se amb diferents investigacions, però no podem arribar a establir una línia general que ens permeti entendre com actua l'entrenament vocal en els paràmetres del fonetograma.

Abans de passar a discutir els nostres resultats en relació a la bibliografia científica, cal destacar que en la taula 14 es menciona que, en el nostre estudi, es donen diferències significatives en la intensitat mínima entre el grup control i l'experimental. Només a mode de recordatori, aquestes diferències són el resultat d'un augment en la intensitat mínima en el grup control i d'un manteniment d'aquest paràmetre en el grup experimental.

Les investigacions que han valorat la intensitat mínima no mostren diferències estadísticament significatives en aquest paràmetre, desestimant doncs la influència de l'entrenament vocal (Hareau i Alonso, 2013; Pribuisiene et al., 2016; Schneider et al., 2010; Siupsinskiene i Lycke, 2011). Contràriament, en la nostra investigació l'entrenament vocal ha generat el manteniment del valor referent a la intensitat mínima. Si el grup experimental no hagués realitzat entrenament, aquest s'hauria d'haver comportat com el grup control mostrant un augment en la intensitat mínima. Per tant, el manteniment del valor referent a aquest paràmetre ens permet afirmar que les diferències objectivades entre ambdós grups són fruit de l'entrenament vocal. Respecte als valors obtinguts, la intensitat mínima obtinguda pel grup experimental concorda amb les dades establertes per Hareau i Alonso (2013) i per Schneider et al. (2010), mentre que Siupsinskiene i Lycke (2011) i Pribuisiene et al. (2011) obtenen valors lleugerament inferiors als determinats en el present estudi. D'altra banda, els resultats obtinguts pel nostre grup control són lleugerament superiors als exposats en la literatura científica (Hareau i Alonso, 2013; Pribuisiene et al., 2016; Schneider et al., 2010; Siupsinskiene i Lycke, 2011) .

Respecte la intensitat màxima, els nostres resultats indiquen que l'entrenament vocal ha generat un augment en aquest paràmetre en el grup experimental, mentre que el grup control ha mantingut un valor estable. Per tant, després del període d'entrenament el grup experimental presenta una intensitat màxima superior a la del grup control. La influència de l'entrenament en aquest paràmetre també és establerta per Siupsinskiene i Lycke (2011) i per Hareau i Alonso (2015). No obstant, els resultats no són homogenis i altres investigacions indiquen que l'entrenament vocal no genera diferències en aquest paràmetre (Fuchs et al., 2009; Pribuisiene et al., 2016; Schneider et al., 2010). Referint-nos als valors obtinguts, en el nostre estudi obtenim intensitats màximes més elevades que les presentades en les investigacions de la taula 14, tant pel que fa al grup control com a l'experimental. Els valors determinats per les altres investigacions tampoc convergeixen entre ells (Hareau i Alonso, 2013; Pribuisiene et al., 2016; Schneider et al., 2010; Siupsinskiene i Lycke, 2011).

Pel que fa al rang dinàmic, els nostres resultats indiquen que l'entrenament vocal ha generat un augment significatiu en aquest paràmetre en el grup experimental, mentre que ha disminuït en el grup control. Conseqüentment, podem concloure que l'entrenament vocal ha generat un augment en el rang dinàmic del grup experimental contribuint a establir diferències entre ambdós grups. La influència de l'entrenament vocal en el rang dinàmic també ha estat afirmada per Siupsinskiene i Lycke (2011). Contràriament, en altres investigacions aquesta influència no ha estat determinada i no s'han observat diferències significatives entre el grup control i l'experimental (Pribuisiene et al., 2016; Schneider et al., 2010). Referint-nos als valors obtinguts, el rang dinàmic pel grup control concorda amb el determinat per Pribuisiene et al. i per Siupsinskiene i Lycke, mentre que divergeix de l'exposat per Schneider et al. En canvi, el rang dinàmic observat en el nostre estudi pel grup experimental és superior al determinat en les investigacions en qüestió.

Quant a la freqüència màxima, la nostra anàlisi estadística indica que existeixen diferències significatives entre els infants que han rebut entrenament vocal i aquells que no n'han realitzat. El grup experimental ha incrementat la freqüència màxima, mentre que en el grup control aquesta s'ha mantingut estable. La influència de l'entrenament vocal en la freqüència màxima també va ser suggerida per Pribuisiene et al. (2011) i per Siupsinskiene i Lycke (2011). Contràriament, en una investigació elaborada per Schneider et al. (2010) no existeixen diferències estadísticament significatives relatives a l'entrenament. Els nostres valors difereixen dels determinats en les investigacions de la taula 14 (p.60), essent els nostres notablement superiors als presentats en els altres estudis. Schneider et al. (2010)

presenten les dades obtingudes per la freqüència màxima en percentils. Respecte als seus resultats, els nostres valors referents al grup control se situarien gairebé en el seu percentil 75, mentre que els de l'experimental es trobarien per sobre del percentil 90.

En relació amb la freqüència mínima, els nostres resultats no indiquen diferències significatives ni en l'evolució del grup experimental ni entre aquest grup i el control després del període d'entrenament. En la investigació elaborada per Schneider et al. (2010), tampoc es van obtenir divergències relatives a l'entrenament per aquest paràmetre. No obstant, altres investigacions posen de manifest que l'entrenament vocal pot generar diferències significatives en aquesta qualitat (Pribusiene et al., 2016; Siupsinskiene i Lycke, 2011).

Els nostres valors són similars i equiparables als determinats per les investigacions on se suggereix la influència de l'entrenament en aquest paràmetre. Destaca, doncs, que amb valors similars als d'aquestes investigacions, la nostra anàlisi estadística no mostri diferències significatives. Aquest fet podria justificar-se entenent que, tot i que els valors siguin similars, la desviació típica de la nostra població sigui diferent a l'establerta en els estudis en qüestió. Pel que fa als percentils establerts per Schneider et al., les dades relatives al nostre grup control se situarien entre el percentil 50 i 75, mentre que les del grup experimental es trobarien per sobre del percentil 90.

Referint-nos al rang freqüencial, en la nostra investigació hem pogut objectivar diferències significatives tant en l'evolució del grup experimental, com en la comparació dels valors obtinguts pel grup control i experimental després del període d'entrenament, suggerint un impacte de l'entrenament en aquesta qualitat vocal. A excepció de Schneider et al. (2010), aquestes divergències també són determinades per tots els estudis analitzats en la taula 14 (Fuchs et al., 2009; Hareau i Alonso, 2013; Pribusiene et al., 2016; Siupsinskiene i Lycke, 2011). Quant als valors obtinguts en la nostra investigació, aquests són notablement superiors als establerts per la bibliografia científica, a excepció dels presentats per Hareau i Alonso. Tot i que els nostres resultats segueixen essent superiors que els exposats Hareau i Alonso, aquesta divergència només varia en un to i mig. Pel que fa als percentils establerts per Schneider et al., les dades relatives al nostre grup control se situarien entre el percentil 50 i 75, mentre que les obtingudes pel grup experimental es trobarien per sobre del percentil 90.

Pel que fa a l'àrea del fonetograma, tal com s'ha mencionat anteriorment, la nostra anàlisi estadística ja mostrava diferències estadísticament significatives abans d'iniciar el període d'entrenament entre el grup control i experimental. Així mateix, després de 6 mesos el grup control ha experimentat una disminució significativa en aquest paràmetre, mentre que

l'experimental l'ha incrementat. Per tant, les diferències observables entre el grup experimental i control després del període d'entrenament poden vincular-se a l'entrenament. La bibliografia científica analitzada en la taula 14 mostra unanimitat en afirmar que existeixen diferències estadísticament significatives en l'àrea del fonetograma entre infants que realitzen entrenament vocal i aquells que no en reben. Així, els nostres resultats es trobarien en la mateixa línia dels exposats en la taula 14 (Hareau i Alonso, 2013; Pribuisiene et al., 2016; Siupsinskiene i Lycke, 2011). Contràriament, no es presenten valors homogenis en les diferents investigacions per aquest paràmetre. Els valors obtinguts pel nostre grup control se situen entre els establerts per Hareau i Alonso i per Pribuisiene et al. Siupsinskiene i Lycke, pel grup control, exposen valors notablement superiors als determinats pel present projecte i pels autors mencionats anteriorment. En canvi, les nostres dades referents al grup experimental se situen per sobre de tots els valors exposats en les altres investigacions detallades a la taula 14 (p.60).

En la discussió sobre la relació entre els nostres resultats obtinguts en els paràmetres del fonetograma i els establerts en la bibliografia científica, hem pogut fer patent l'heterogeneïtat dels resultats existents relatius a la influència de l'entrenament vocal en el fonetograma. Tal com s'exposa en el capítol d'antecedents científics, aquesta heterogeneïtat pot veure's influïda per la variabilitat generada pel mateix fonetograma. Aspectes com la tria de la vocal a utilitzar, els intervals examinats, el procediment i l'experiència de l'examinador poden ser alguns dels factors que poden generar divergències en els resultats, generant que en la bibliografia científica no puguem disposar de dades homogènies que ens permetin entendre millor els valors obtinguts en el nostre estudi.

En aquest apartat ens hem proposat tant contrastar les hipòtesis plantejades i esmentades en el capítol d'antecedents científics, com relacionar els propis resultats amb els valors presents en la literatura científica, conduint-nos a la presentació de les conclusions corresponents a la present recerca.

5. CONCLUSIONS

En els capítols anteriors hem exposat els resultats obtinguts en la nostra investigació, hem discutit l'acompliment de les hipòtesis plantejades i hem relacionat les dades obtingudes amb les determinades en la bibliografia científica. En aquest punt, ens proposem presentar les conclusions d'aquesta recerca. Primerament, exposarem el contrast de les hipòtesis plantejades. Seguidament, passarem a plantejar-nos l'acompliment de l'objectiu proposat per aquest estudi. En tercer lloc, mencionarem les limitacions d'aquest projecte conduint-nos, finalment, a establir possibles línies per a futures recerques.

5.1. QUANT A LES HIPÒTESIS PLANTEJADES

Tal com s'ha exposat en el capítol d'antecedents científics, en aquesta recerca ens hem plantejat 4 hipòtesis a fi d'assolir l'objectiu proposat per aquest estudi.

H1. Abans d'iniciar el període d'entrenament vocal, no hi ha diferències estadísticament significatives en cap dels paràmetres analitzats entre els infants que realitzaran entrenament –grup experimental- i els que no en rebran –grup control-.

Aquesta hipòtesi no es compleix, ja que els infants del grup experimental presenten una àrea del fonetograma significativament major que els del grup control. Aquesta diferència podria estar relacionada amb la realització de llenguatge musical durant un període de temps llarg en els infants del grup experimental. Tot i que intuïm aquesta causalitat, no disposem de suficient informació per determinar la raó per la qual el grup experimental presenta una àrea superior al grup control abans d'iniciar el període d'entrenament.

H2: Després del període d'entrenament, en el grup control s'observen diferències estadísticament significatives relatives a una disminució del rang dinàmic i de l'àrea del fonetograma i a un augment de la intensitat mínima.

Aquesta hipòtesi es confirma. Entenem que l'augment de la intensitat mínima és generada per la presència d'una muda vocal. L'augment d'aquest paràmetre genera una disminució en el rang dinàmic i en l'àrea del fonetograma. D'altra banda, destaca una tendència generalitzada a la disminució de la freqüència fonamental de la veu parlada. Respecte als altres paràmetres, no s'observen diferències estadísticament significatives ni a cap tendència en la seva evolució entre les dues fases de mostreig.

H3: Després de l'entrenament vocal, en el grup experimental s'observen diferències estadísticament significatives en els següents paràmetres: freqüència màxima, rang freqüencial, intensitat màxima, rang dinàmic i àrea del fonetograma.

Aquesta hipòtesi també es confirma, permetent-nos intuir que l'entrenament vocal genera canvis en els paràmetres determinats en la hipòtesi. La freqüència fonamental de la veu parlada i la freqüència mínima no experimenten canvis durant els sis mesos d'entrenament vocal, entenent que aquests paràmetres no són influïts per l'entrenament. D'altra banda, el manteniment del valor referent a la intensitat mínima pot associar-se a la realització d'entrenament vocal.

H4. Els resultats obtinguts entre el grup control i l'experimental després del període d'entrenament mostren diferències estadísticament significatives entre ambdós grups en els següents paràmetres: freqüència màxima, rang freqüencial, intensitat mínima i màxima, rang dinàmic i àrea del fonetograma.

Aquesta hipòtesi també es compleix, ja que el grup experimental presenta una intensitat mínima inferior i una intensitat i freqüència màxima, rang dinàmic i freqüencial i àrea del fonetograma superior respecte al grup control.

Tal com era previst no s'observen diferències significatives en la freqüència fonamental de la veu parlada ni en la freqüència mínima, entenent que l'entrenament vocal no ha generat diferències en aquests paràmetres entre ambdós grups.

No podem afirmar que l'entrenament vocal sigui la causa principal sobre els canvis observats en el grup experimental i les diferències evidenciades entre ambdós grups, atès que no hem demostrat aquesta relació estadísticament. No obstant, la combinació entre els resultats obtinguts i la bibliografia científica sembla prou rellevant com per suggerir que l'entrenament vocal en infants de 9 anys, no només no genera efectes perjudicials en les característiques de la veu, sinó que sembla contribuir en generar una milloria en certs paràmetres del fonetograma. Apel·lant a l'heterogeneïtat en les dades presentades en la bibliografia científica, no podem afirmar rotundament que l'efecte de l'entrenament vocal es doni en els paràmetres en els que nosaltres hem observat milloria, a excepció de l'àrea del fonetograma. Aquest és l'únic paràmetre pel que existeix un consens en la literatura científica afirmant que s'incrementa depenent de l'entrenament vocal. Altrament, la nostra investigació suggereix que l'entrenament vocal també genera una milloria en la freqüència i intensitat màxima, en la intensitat mínima, i en el rang dinàmic i freqüencial.

5.2. QUANT ALS OBJECTIUS DE LA RECERCA

La finalitat d'aquest projecte era analitzar la influència de l'entrenament vocal en la freqüència fonamental de la veu parlada i en els paràmetres del fonetograma –freqüència mínima i màxima, rang freqüencial, intensitat mínima i màxima, rang dinàmic i àrea del fonetograma-.

Per tal d'assolir aquest objectiu, vam plantejar-nos les quatre hipòtesis mencionades i contrastades en l'apartat anterior. Així, determinar quin és el punt de partida abans d'iniciar el període d'entrenament entre ambdós grups, l'evolució de cada un dels grups durant els 6 mesos i les diferències entre els grups després del període d'entrenament ens permetria entendre com influeix l'entrenament vocal en les característiques de la veu en infants de 9 anys, a la vegada que ens donaria la oportunitat d'identificar canvis no atribuïbles a l'entrenament vocal, com els referents a la intensitat. D'aquesta manera, podem afirmar que la construcció de les hipòtesis va tenir la finalitat d'acomplir l'objectiu mencionat anteriorment.

L'assoliment d'aquest objectiu és, sota el nostre parer, parcial. Tot i que hem pogut determinar i suggerir com influeix l'entrenament vocal en un grup d'infants de 9 anys, entenem que el període de temps que ha durat l'entrenament (6 mesos) no és suficient per arribar a conclusions determinants sobre els efectes de l'entrenament vocal. També perquè aquests infants, d'aquí pocs anys, entraran dins el període de muda vocal i les seves característiques de la veu es modificaran. L'objectiu proposat en aquesta recerca ha estat assolit en la mesura que hem pogut identificar quins canvis es produeixen en la veu després d'un període de sis mesos d'entrenament. No obstant, els resultats són poc determinants i no ens permeten entendre globalment com són els efectes de l'entrenament vocal en les característiques de la veu, ja que caldria realitzar una anàlisi més llarga en el temps, que ens permetés identificar realment els canvis produïts per l'entrenament, ja que actualment només disposem de dades relatives a un primer període. Qui sap si, amb el pas de mig any més, els paràmetres que han experimentat millora seguirien augmentant. O bé si es mantindrien estables. O bé si disminuirien. D'aquest fet se'n genera que, potser, si agaféssim mostres d'aquí mig any arribaríem a conclusions distintes respecte la influència de l'entrenament. Conseqüentment, l'objectiu d'aquesta recerca s'ha assolit en funció del temps del que s'ha disposat per a portar-lo a terme. No obstant, les conclusions no són definitives i caldria seguir investigant per a poder establir de forma més contundent com influeix l'entrenament en les característiques de la veu en infants de 9 anys.

5.3. LIMITACIONS DE L'ESTUDI

Al llarg de l'elaboració d'aquest projecte hem identificat factors que han pogut limitar el nostre estudi, tant en el procés metodològic com en la generalització dels resultats. Intentarem exposar aquestes limitacions amb l'objectiu d'entendre com han influït i efectat en la nostra recerca i com a orientacions a tenir en compte en pròximes investigacions.

En primer lloc, i tal com s'apuntava anteriorment, el temps del que hem disposat per elaborar la recerca ha limitat l'assoliment de l'objectiu proposat en aquest estudi. Entenem que determinar de forma concloent com influencia l'entrenament vocal requereix d'estudiar minuciosament els efectes de l'entrenament vocal en un període llarg de temps, analitzant l'impacte que es va produint en petits períodes. Aquesta recerca hagués esdevingut més complexa, ja que haguéssim disposat de moltes fases de mostres. No obstant, haguéssim pogut entendre com influencia l'entrenament des d'una perspectiva molt més rigorosa i determinant.

La mostra emprada per aquesta recerca, com s'ha exposat al capítol de metodologia, han estat 27 infants, 11 del grup experimental i 16 del control. Creiem que el nombre de mostra limita la generalització dels resultats obtinguts, ja que són pocs subjectes per entendre que poden representar la població. Seguint aquesta línia, una altra limitació ha estat no disposar d'un grup que realitzés un entrenament vocal no tant intensiu com el del grup experimental, analitzant la influència de l'entrenament vocal depenent de la intensificació d'aquest. Probablement, els efectes de l'entrenament es relacionarien amb la intensificació i tipologia d'entrenament rebut. Per tant, els nostres resultats mostren la influència de l'entrenament segons el que han realitzat els infants pertanyents al grup experimental. No obstant, per tal d'analitzar globalment els efectes de l'entrenament, caldria establir-ne diferents nivells i analitzar com influencien cada un d'ells en les característiques de la veu.

Un altre punt a destacar és la manca d'informació objectiva sobre el moment evolutiu en el que es troben els diferents infants que han format part d'aquest estudi. Tot i que sabem que la muda vocal pot iniciar-se a partir dels 11 anys, diferents autors han apuntat a canvis relatius al desenvolupament hormonal abans d'aquesta edat. Per tant, tenir un control objectiu sobre el moment evolutiu en els que es troben els infants podria assegurar que els canvis observats no responen a aspectes evolutius o hormonals. Per tant, en la nostra recerca aquesta ha sigut una variable no controlada que pot estar influïent en els nostres resultats, fet pel que caldria prendre-la en consideració en futures recerques.

El fonetograma, que ha estat una de les principals eines usades en aquest projecte, també presenta algunes limitacions. Tot i que nombrosos estudis afirmen que aquesta eina permet analitzar els efectes de l'entrenament vocal en les característiques de la veu, convé destacar que la seva font de variabilitat és alta. Aquesta variabilitat pot produir biaixos en els resultats, justificant parcialment que en la bibliografia científica no apareixin resultats homogenis respecte la influència de l'entrenament vocal en els paràmetres del fonetograma. Conseqüentment, considerem oportú estudiar la font de variabilitat d'aquesta eina abans de realitzar una recerca amb l'objectiu de reduir al mínim els possibles biaixos en els resultats.

La manca de consens present en la bibliografia científica també ha estat i seguirà essent una limitació, ja que no ens permet disposar d'una base teòrica sòlida referint-nos a la influència de l'entrenament en el fonetograma. Si bé els estudis que analitzen la influència en la freqüència fonamental de la veu parlada arriben a conclusions similars, en el cas del fonetograma les divergències són importants. Aquest aspecte podria estar lligat, com s'ha mencionat anteriorment, a la variabilitat d'aquesta eina, però també a la metodologia usada o a la mostra emprada. Per tant, creiem que seria interessant realitzar investigacions que utilitzessin línies metodològiques semblants a les existents en la literatura, amb l'objectiu de poder disposar d'uns resultats que realment siguin comparables i atribuïbles a la present bibliografia científica.

Per últim, cal mencionar que un altre aspecte metodològic que ens ha limitat ha estat els indrets on hem pres les mostres. Idealment, les mostres les hauríem d'haver agafat totes en el mateix lloc, estant aquest indret totalment insonoritzat. No obstant, això no ha estat possible i hem sigut nosaltres que ens hem desplaçat a les diferents escoles on hi havia els infants. Tot i que s'ha intentat controlar el soroll ambiental, sabem que prendre les mostres en diferents indrets pot produir biaixos en els resultats. En conseqüència, en futures investigacions recomanem, en la mesura del possible, prendre les mostres en un únic espai que estigui insonoritzat i adequat a les necessitats de la recerca.

5.4. LÍNIES PER A FUTURES RECERQUES

Després d'exposar les limitacions del present projecte, pretenem proposar algunes línies per a futures investigacions. Algunes d'aquestes propostes neixen de limitacions exposades anteriorment.

Creiem que seria interessant realitzar estudis on el nombre de mostra fos representativa de la població, per tal de poder generalitzar els resultats i obtenir una línia teòrica fonamentada sobre la influència de l'entrenament vocal en les característiques de la veu. Així, també caldria especificar i controlar la tipologia d'entrenament i la intensificació del mateix. En aquesta mateixa línia, sota el nostre criteri seria interessant realitzar recerques sobre la influència de l'entrenament en les característiques de la veu infantil que abracessin un període de temps llarg i permetessin anar revalorant les característiques de la veu cada 4 o 6 mesos, obtenint l'evolució detallada de les diferents característiques i els resultats finals de la influència d'aquest entrenament amb el pas del temps.

Altrament, tot i que en aquest projecte ens hem proposat estudiar la influència de l'entrenament en la freqüència fonamental de la veu parlada i en els paràmetres del fonetograma, creiem que hi ha altres aspectes a valorar i que poden ser de gran interès a l'hora d'entendre com beneficia l'entrenament vocal en les característiques de la veu. Per exemple, analitzar la riquesa i quantitat d'harmònics de les diferents veus seria un paràmetre que ens ajudaria a entendre l'impacte de l'entrenament en el timbre de la veu. D'altra banda, també seria interessant valorar si l'entrenament genera resistència a la fatiga vocal.

Un altre focus d'estudi podria ser estudiar si l'entrenament abans i durant la muda vocal modifica les característiques de la veu adulta. És a dir, analitzar si aquest impacta en les característiques de la veu que s'adquiriran una vegada passada la muda vocal.

Més enllà de totes les propostes realitzades, volem acabar aquestes conclusions remarcant la importància de realitzar una tasca de recerca relativa a la logopèdia. Creiem que investigar és la única forma de disposar de dades experimentals que ens permetin anar teixint línies de coneixement teòriques. Sota el nostre parer, contribuir al coneixement per fer créixer la nostra professió té un únic objectiu i finalitat, i és el de millorar l'atenció als nostres pacients.

És el nostre deure i també el seu dret.


6. REFERÈNCIES

- Apfelstadt, H. (1988). What Makes Children Sing Well? *Applications of Research in Music Education*, 7(1), 27–32. <https://doi.org/10.1177/875512338800700108>
- Atterbury, B. W. (1981). Are you reall teaching how to sing ? *Music Educators Journal*, 70(8), 43–45.
- Atterbury, B. W. (2015). Children's singing voices: a review of selected research. *Council for Research in Music Education*, 1(1), 33–37.
- Barlow, C. A., i Howard, D. M. (2002). Voice source changes of child and adolescent subjects undergoing singing training--a preliminary study. *Logopedics, Phoniatrics, Vocology*, 27(2), 66–73. <https://doi.org/10.1080/140154302760409284>
- Barlow, C. A., i Howard, D. M. (2016). Electrolaryngographically derived voice source changes of child and adolescent singers adolescent singers. *Logopedics Phoniatrics Vocology*, 30, 147-157. <https://doi.org/10.1080/14015430500294031>
- Barmat de Mines, A., Ramos, L., Balderiote, F., i Parente, S. (2011). *El poder creativo de la voz*. Buenos Aires: Akadia Editorial.
- Böhme, G., i Stuchlik, G. (1995). Voice profiles and standard voice profile of untrained children. *Journal of Voice*, 9 (3), 304-307. [https://doi.org/10.1016/S0892-1997\(05\)80238-3](https://doi.org/10.1016/S0892-1997(05)80238-3)
- Camargo, T. F., Barbosa, D. A., i Teles, L. C. D. S. (2007). Características da fonetografia em coristas de diferentes classificações vocais. *Revista Da Sociedade Brasileira de Fonoaudiologia*, 10–17. Recuperat a <http://www.scielo.br/pdf/rsbf/v12n1/02.pdf>
- Campisi, P., Tewfik, T. L., i Manoukian, J. J. (2015). Computer-Assisted Voice Analysis. *Archives of Otolaryngology–Head & Neck Surgery*, 128(C), 156–160.
- Cobeta, I., Núñez, F., i Fernández, S. (2013). *Patología de la voz*. Barcelona: Marge medica books.
- Coleman, R. F. (2015). Sources of variation in phonetograms. *Journal of Voice*, 7(1), 1–14.
- Cornut, G. (1985). *La voz*. Madrid: S.L. Fondo de cultura economica de España.
- Courbis, A., i Montereymard, S. (2014). *La voix de l'enfant prepubere de 8 a 10 ans*.
- Dejonckere, P. H., Wieneke, G. H., Bloemenkamp, D., i Lebacq, J. (1996). Fo-perturbation and Fo/loudness dynamics in voices of normal children, with and without education in singing. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*, 35, 107-115 [https://doi.org/10.1016/0165-5876\(95\)01291-5](https://doi.org/10.1016/0165-5876(95)01291-5)
- DeLeo LeBorgne, W., i Weinrich, B. D. (2002). Phonetogram Changes for Trained Singers Over a Nine-Month Period of Vocal Training. *Journal of Voice*, 16(1), 37–43. [https://doi.org/10.1016/S0892-1997\(02\)00070-X](https://doi.org/10.1016/S0892-1997(02)00070-X)
- EAP. (n.d.). Contes i narracions breus. Recuperat a www.xtec.cat/eap/.../contes/contesnarracionsbreus.doc

- Eckel, H. E., Sprinzl, G. M., Koebke, J., Pototschnig, C., Sittel, C., i Stennert, E. (1999). Morphology of the human larynx during the first five years of life studied on whole organ serial sections. *Annals of Otolaryngology, Rhinology and Laryngology*, 108(3), 232–238. <https://doi.org/10.1177/000348949910800303>
- Elgström, E. (2006). Fonetometria: una proposta de protocol. *Phonica*, 2, 1–18.
- Escudero, M. P. (1987). *Educación de la voz 2*. Madrid: Real musical editoriales.
- Fuchs, M., Meuret, S., Geister, D., Pfohl, W., Thiel, S., Dietz, A., i Gelbrich, G. (2008). Empirical Criteria for Establishing a Classification of Singing Activity in Children and Adolescents. *Journal of Voice*, 22(6), 649–657. <https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2007.02.004>
- Fuchs, M., Meuret, S., Thiel, S., Täschner, R., Dietz, A., i Gelbrich, G. (2009). Influence of Singing Activity, Age, and Sex on Voice Performance Parameters, on Subjects' Perception and Use of Their Voice in Childhood and Adolescence. *Journal of Voice*, 23(2), 182–189. <https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2007.09.007>
- Garcia, D. (2003). El nen de fusta. *A Contes d'estar per casa*. Barcelona: Barcanova.
- Glaze, L., Bless, D., Milenkovic, P., i Susser, R. (1988). Acoustic Characteristics of Children's Voice. *Journal of Voice*, 2(4), 312–319.
- Gramming, P., Sundberg, J., i Akerlund, L. (1991). Variability of Phonetograms. *Folia Phoniatica*, 43(2), 79–92.
- Hacki, T., i Heitmu, S. (1999). Development of the child's voice: premutation, mutation. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*, 1, 9–12.
- Hareau, E., i Alonso, N. (2013). *Phonogrammes des mécanismes vibratoires laryngés chez l'enfant*. Académie de Paris.
- Hartnick, C. J., Rehbar, R., i Prasad, V. (2005). Development and maturation of the pediatric human vocal fold lamina propria. *The Laryngoscope*, 115(1), 4–15. <https://doi.org/10.1097/01.mlg.0000150685.54893.e9>
- Infusino, S., Diercks, G. R., Rogers, D. J., Garcia, J., Ojha, S., Maurer, R.,... Hartnick, C. J. (2015). Establishment of a Normative Cepstral Pediatric Acoustic Database. *JAMA Otolaryngology–Head & Neck Surgery*, 141(4), 358. <https://doi.org/10.1001/jamaoto.2014.3545>
- Lamesch, S., Boris, D., i Castellengo, M. (2012). Toward a more informative voice range profile: the role of laryngeal vibratory mechanisms on vowels dynamic range. *Journal of Voice*, 26(5).
- Magalhães, M. K., Teles-magalhães, L. C., i Pegoraro-krook, M. I. (n.d.). Banco de Dados Sobre Fonetografia.
- Menaldi, J. (1992). *La voz normal*. Buenos Aires: Editorial médica Panamericana.
- Montojo, J., Garmendia, G., i Cobeta, I. (2006). Comparación entre los resultados del fonetograma manual y el fonetograma automático. *Acta Otorrinolaringológica Española*, 57(7), 313. [https://doi.org/10.1016/S0001-6519\(06\)78718-0](https://doi.org/10.1016/S0001-6519(06)78718-0)

- Morris, R. J., Ternström, S., LoVetri, J., i Berkun, D. (2012). Long-term average spectra from a youth choir singing in three vocal registers and two dynamic levels. *Journal of Voice*, 26(1), 30–36. <https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2010.07.003>
- Nicollas, R., Garrel, R., Ouaknine, M., Giovanni, A., Nazarian, B., i Triglia, J.M. (2008). Normal voice in children between 6 and 12 years of age: database and nonlinear analysis. *Journal of Voice*, 22(6), 671–5. <https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2007.01.009>
- Perelló, J., Caballé, M., i Guitart, E. (1982). *Canto - Dicció*n. Barcelona: Editorial científico-médica.
- Pribuisiene, R., Uloza, V., i Kardisiene, V. (2016). Voice characteristics of children aged between 6 and 13 years: Impact of age, gender, and vocal training. *Logopedics Phoniatrics Vocology*, 36, 150-155. <https://doi.org/10.3109/14015439.2011.569756>
- Roubeau, B., Castellengo, M., Bodin, P., i Ragot, M. (2004). Phonétogramme par registre laryngé. *Folia Phoniatica et Logopaedica*, 56(5).
- Roubeau, B., Henrich, N., i Castellengo, M. (2009). Laryngeal vibratory mechanisms: the notion of vocal register revisited. *Journal of Voice*, 23(4), 425–438. <https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2007.10.014>
- Schneider, B., Zumtobel, M., Prettenhofer, W., Aichstill, B., i Jocher, W. (2010). Normative voice range profiles in vocally trained and untrained children aged between 7 and 10 years. *Journal of Voice*, 24(2), 153–160. <https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2008.07.007>
- Schutte, H. K., i Seidner, W. (1983). Recommendation by the Union of European Phoniaticians (UEP): Standardizing voice area measurement. *Folia Phoniatica et Logopaedica*, 35(6), 286–288. <https://doi.org/10.1159/000265703>
- Segarra, I. (1977). *La veu del noi cantor*. Berga: Amalgama edicions.
- Siupsinskiene, N., i Lycke, H. (2011). Effects of vocal training on singing and speaking voice characteristics in vocally healthy adults and children based on choral and nonchoral data. *Journal of Voice*, 25(4), 177–189. <https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2010.03.010>
- Sorenson, D. N. (1989). A fundamental frequency 6-10 years old. *Journal of Communication Disorders*, 22, 115–123.
- Sulter, A. M., Schutte, H. K., i Miller, D. G. (1995). Differences in phonetogram features between male and female subjects with and without vocal training. *Journal of Voice*, 9, (4), 363-377. [https://doi.org/10.1016/S0892-1997\(05\)80198-5](https://doi.org/10.1016/S0892-1997(05)80198-5)
- Tavares, E. L. M., de Labio, R. B., i Martins, R. H. G. (2010). Normative study of vocal acoustic parameters from children from 4 to 12 years of age without vocal symptoms. A pilot study. *Brazilian Journal of Otorhinolaryngology*, 76(4), 485–490. <https://doi.org/10.1590/S1808-86942010000400013>
- Trollinger, V. (2007). Pediatric Vocal Development and Voice Science: Implications for Teaching Singing. *General Music Today*, 20(3), 19–25. <https://doi.org/10.1177/10483713070200030105>
- Vila, J. M. (2009). *Guía de intervención logopédica en la disfonía infantil*. Madrid: Editorial Síntesis.
- Wuyts, F. L., Heylen, L., Mertens, F., De Bodt, M., i Van de Heyning, P. H. (2002). normative voice range

profiles of untrained boys and girls. *Journal of Voice*, 16(4), 460–465. [https://doi.org/10.1016/S0892-1997\(02\)00120-0](https://doi.org/10.1016/S0892-1997(02)00120-0)



La influència de l'entrenament
vocal en les característiques de la
veu en infants de 9 anys

ANNEX

ARIADNA CASAMITJANA I CASABÓ

TREBALL FINAL DE GRAU

Tutor: Dr. Josep Maria Vila Rovira

TAULA DE CONTINGUTS

A. CONSENTIMENT INFORMAT.....	81
B. FONETOGRAMES.....	83
C. EXTRACCIÓ DE DADES DEL FONETOGRAMA.....	109
D. FREQUÈNCIA FONAMENTAL DE LA VEU PARLADA.....	113

A. CONSENTIMENT INFORMAT

LA INFLUÈNCIA DE L'ENTRENAMENT VOCAL EN LES CARACTERÍSTIQUES DE LA VEU EN UN GRUP DE NENS DE 9 ANYS

Full d'Informació per als participants

Aquest projecte d'investigació forma part d'un Treball Final de Grau de l'estudiant Ariadna Casamitjana que es troba cursant el Grau en Logopèdia a Blanquerna (Universitat Ramon Llull). Està tutoritzat pel Dr. Josep M. Vila-Rovira i es troba emmarcat en una investigació liderada per la Dra. Cori Casanova.

El projecte té l'objectiu d'estudiar la influència del cant en les característiques de la veu d'un grup d'infants de 9 anys. Per a fer-ho, es realitzarà el seguiment vocal de tres grups de nens: un que canta regularment, un que ho fa menys freqüentment i finalment un altre que no practica aquesta activitat. En el context d'aquesta investigació, demanem la seva col·laboració per tal de poder realitzar el seguiment dels infants que no realitzen cap tipus d'entrenament vocal.

Aquesta col·laboració implica participar en 2 fases de seguiment –novembre i maig- en les que es realitzaran un seguit de proves vocals no invasives, tals com llegir un text o cantar. Aquestes activitats seran enregistrades en àudio i en vídeo per tal de ser analitzades posteriorment. Es preveu una tercera fase de seguiment més endavant.

Per tal de garantir la confidencialitat, tots els participants tindran assignat un codi, pel que no serà possible identificar al participant a través de les proves realitzades.

Les dades que s'obtinguin de la seva participació no s'utilitzaran amb cap objectiu diferent a l'explicitat en aquest document i seran tractades d'acord amb la Llei 15/1999 de Protecció de Dades Personals.

Agraïm molt la seva col·laboració i restem a la seva disposició per resoldre qualsevol dubte. Pot contactar amb nosaltres a través del següent e-mail: ariadnacc1@blanquerna.url.edu

CONSENTIMENT INFORMAT

Jo,....., amb DNI....., tutor legal de.....

Declaro que:

He rebut informació sobre el projecte “La influència de l’entrenament vocal en les característiques de la veu d’un grup de nens de 9 anys”. Paral·lelament a aquest consentiment, també he rebut un full informatiu on s’explica en què consistirà la participació del meu fill en el projecte mencionat anteriorment. Així mateix, se m’ha informat de tots els aspectes relacionats amb la confidencialitat i protecció de dades en quant a la gestió de dades personals que comporta el projecte i el seguiment de la Llei 15/1999 de Protecció de Dades Personals.

L’autorització per a la col·laboració del meu fill en aquest projecte és totalment voluntària i tinc dret a retirar-lo del mateix en qualsevol moment, revocant aquest consentiment, sense que aquesta retirada pugui influir negativament en el meu fill. En cas d’abandonar el projecte, tinc dret a que les dades del meu fill siguin cancel·lades del fitxer d’estudi.

Així doncs,

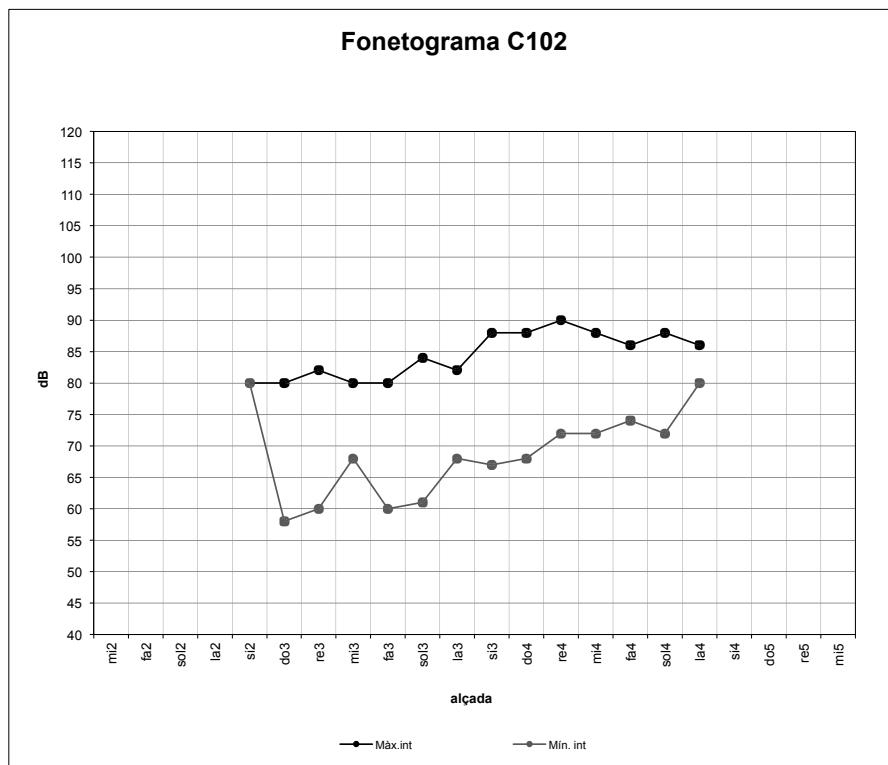
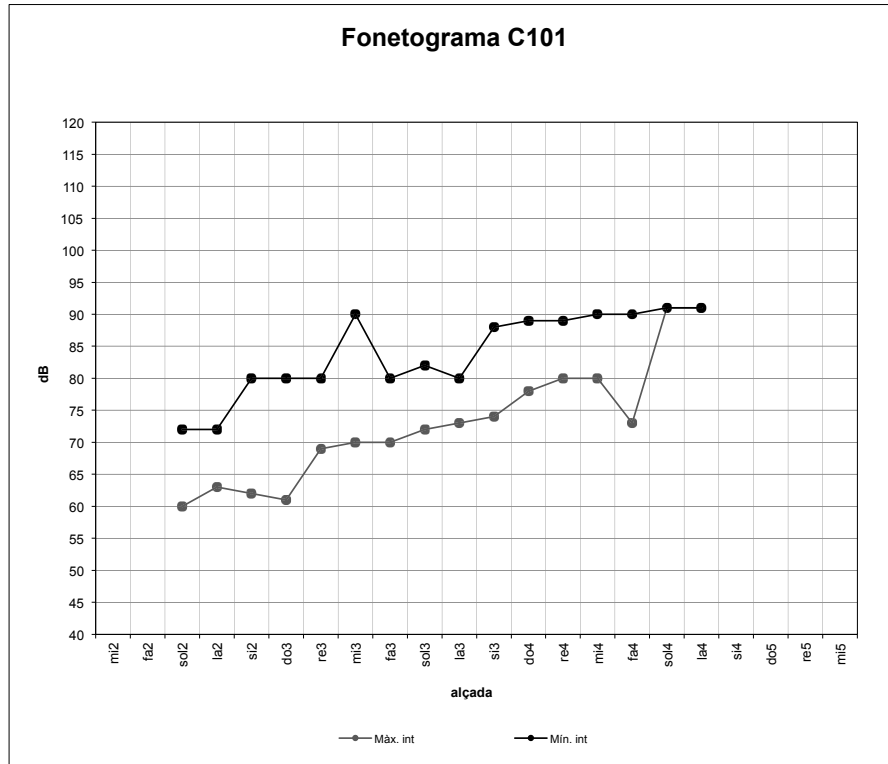
DONO EL MEU CONSENTIMENT A:

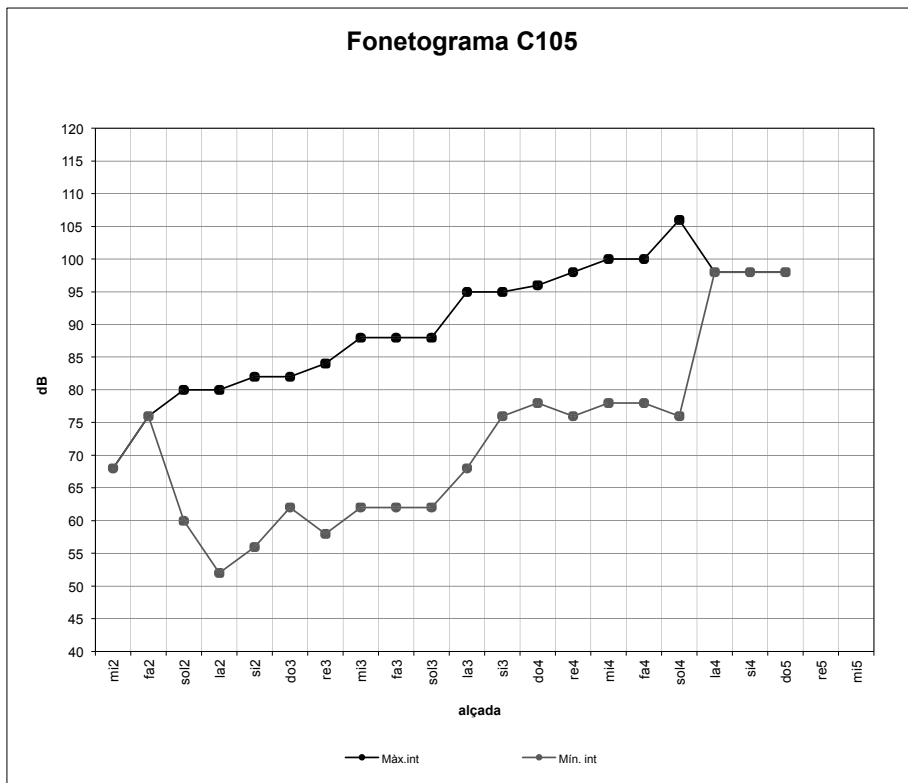
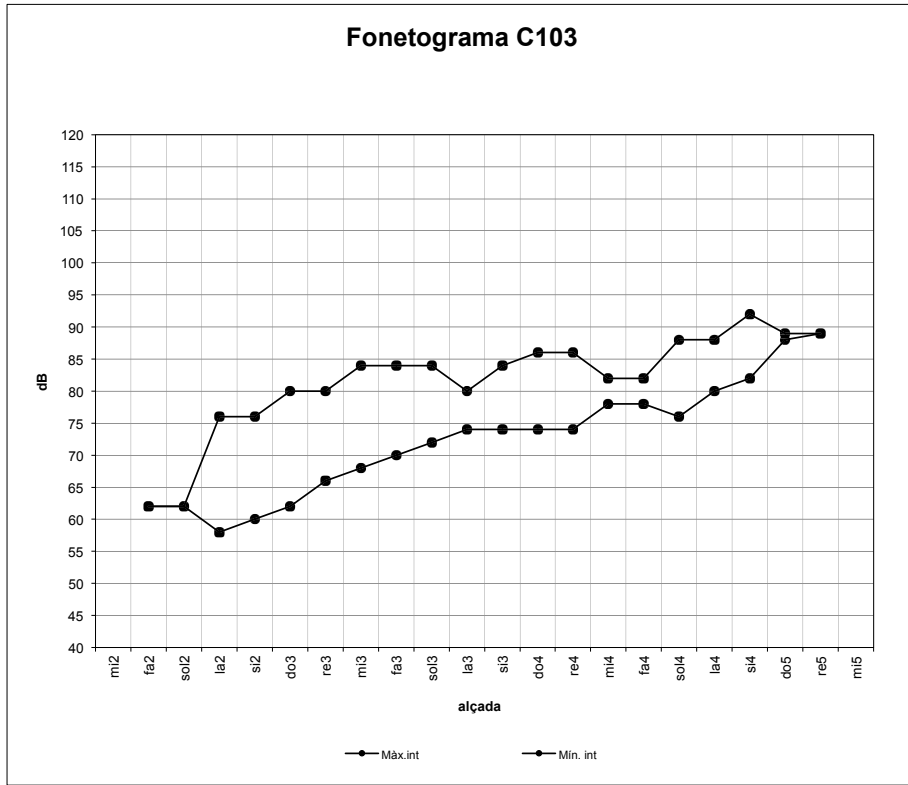
1. Que el meu fill....., participi en el projecte “La influència de l’entrenament vocal en les característiques de la veu d’un grup de nens de 9 anys”.
2. Que l’equip d’investigació pugui gestionar les dades personals i difondre la informació que el projecte generi. Es garanteix que es preservarà en tot moment la identitat i intimitat del meu fill, d’acord amb la llei 15/1999 de protecció de dades i normativa complementària.
3. Que l’equip d’investigació conservi tots els registres efectuats fins que el projecte estigui finalitzat.

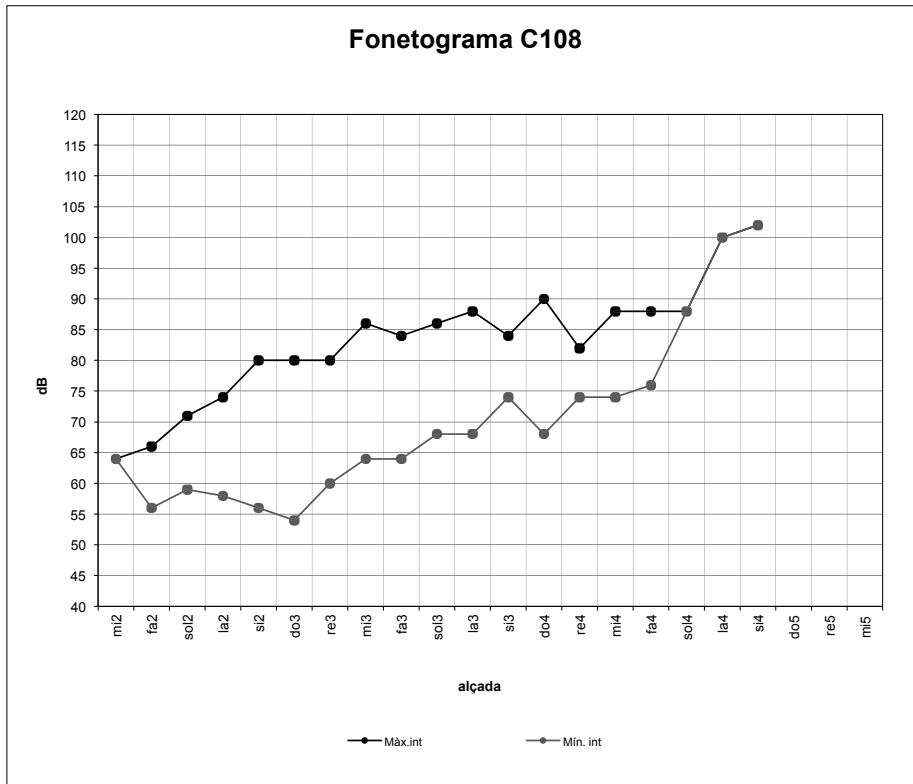
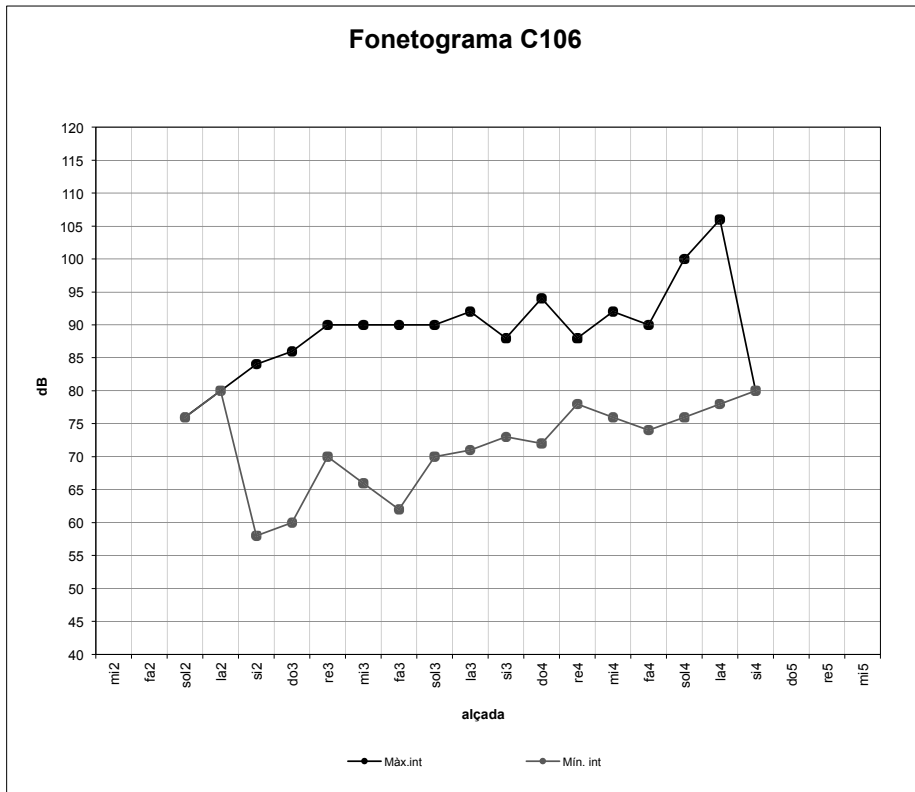
Olot, dia..... de.....del 2016

Signatura:

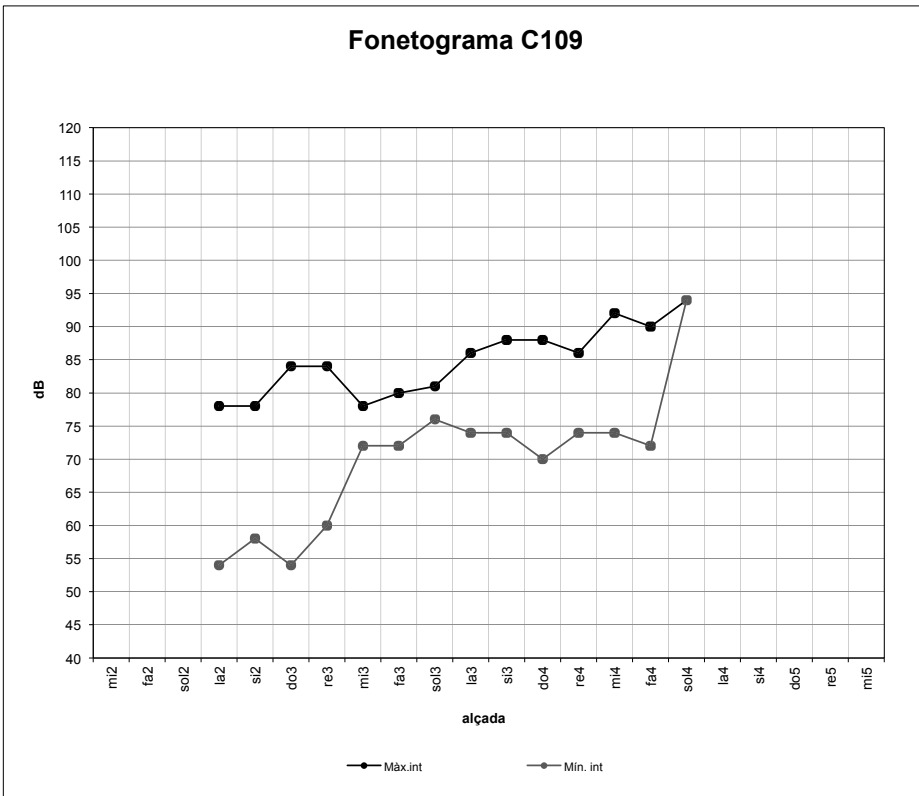
B. FONETOGRAMES



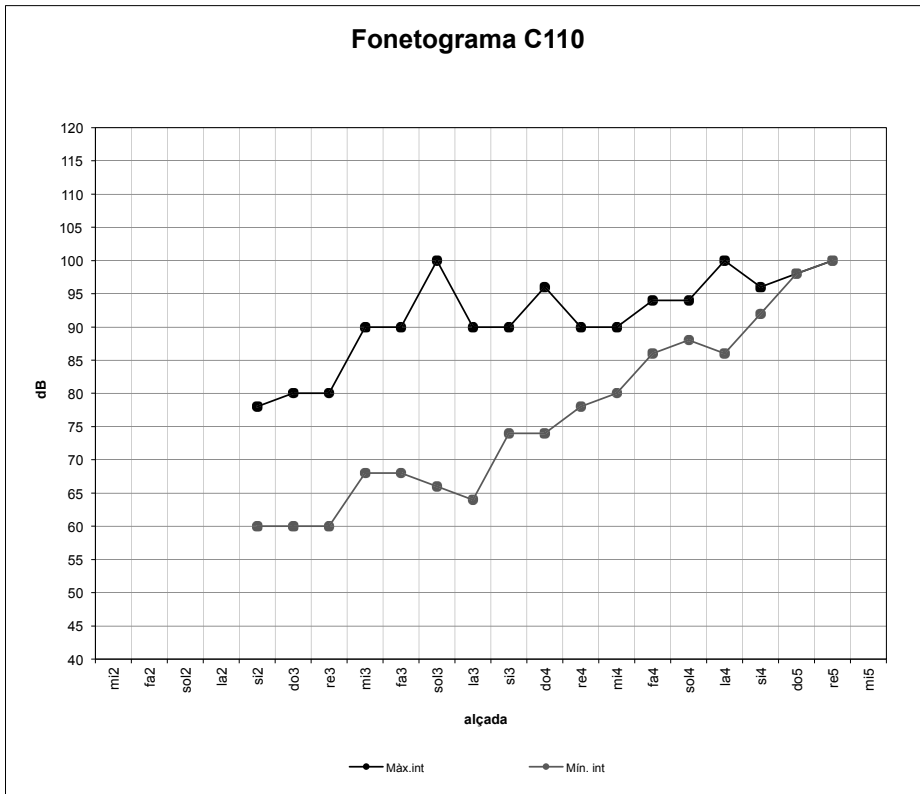


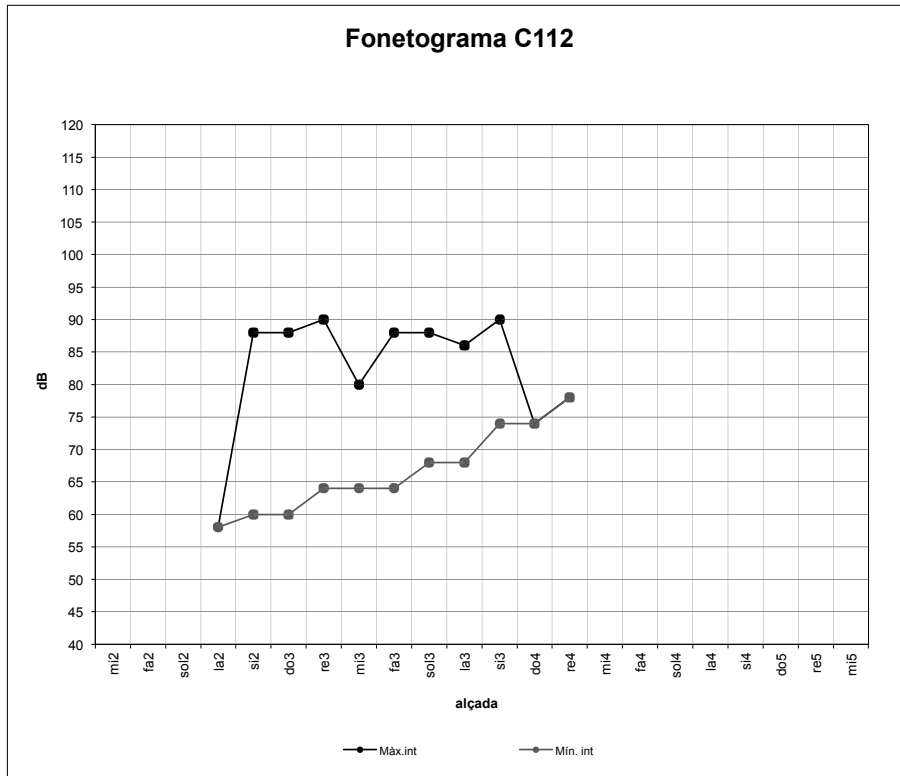
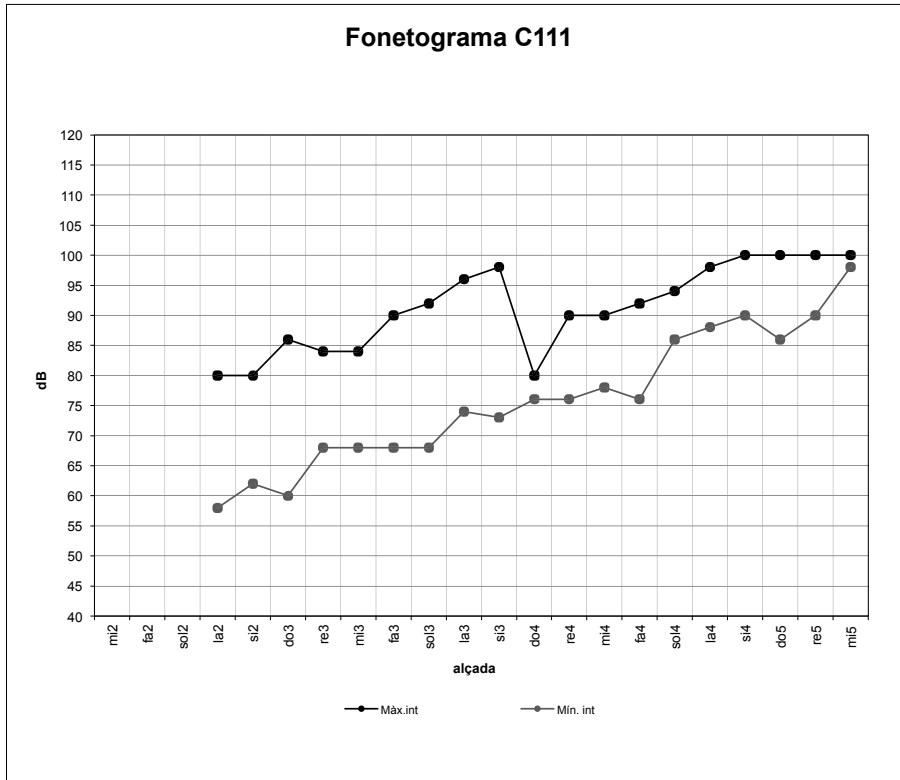


Fonetograma C109

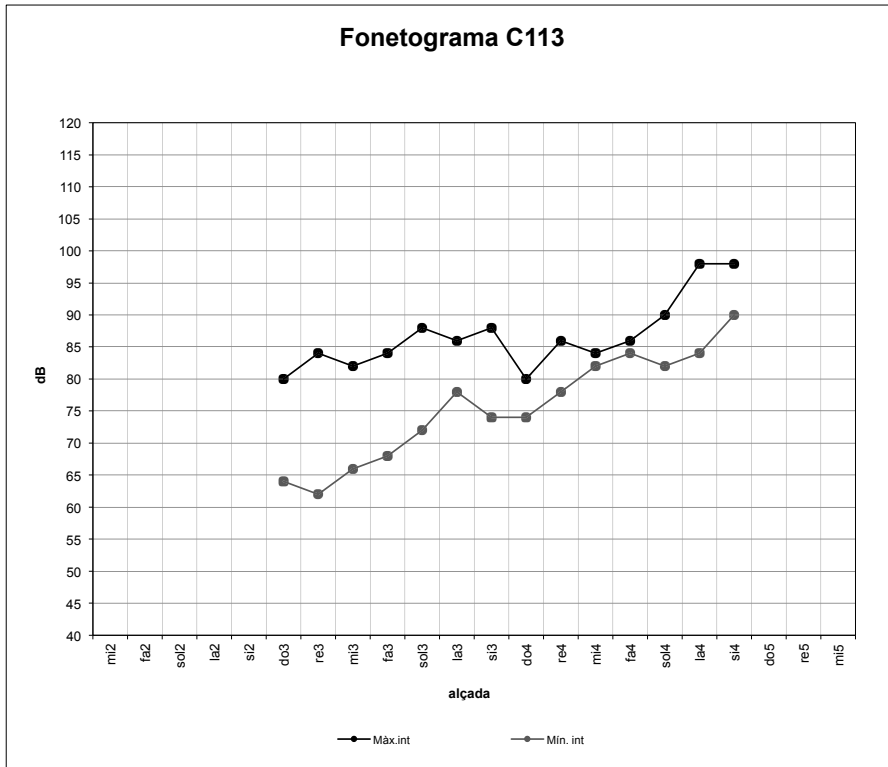


Fonetograma C110

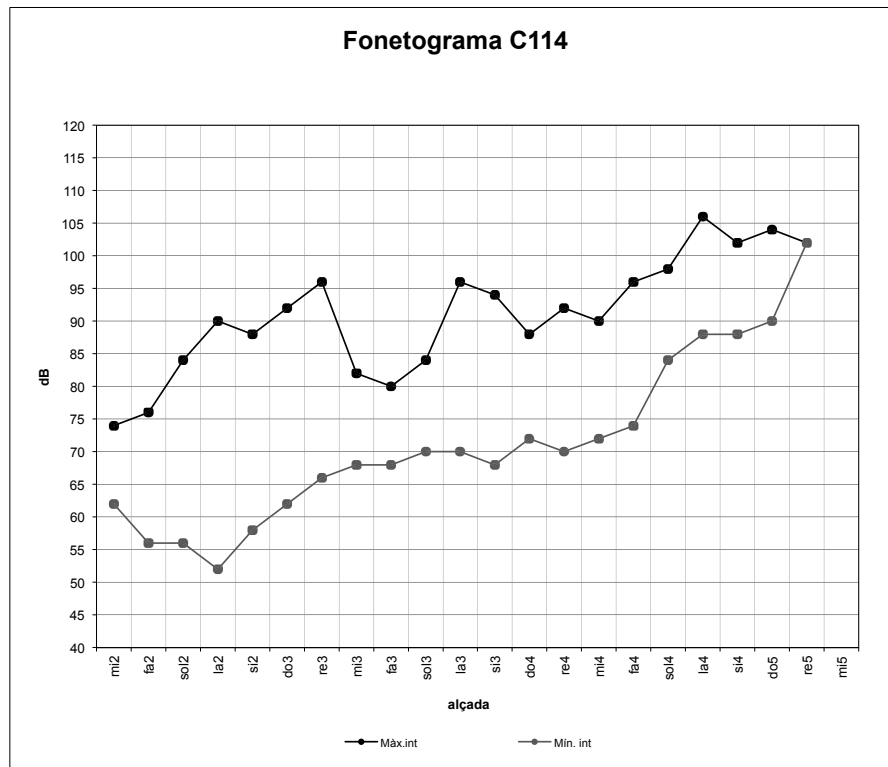


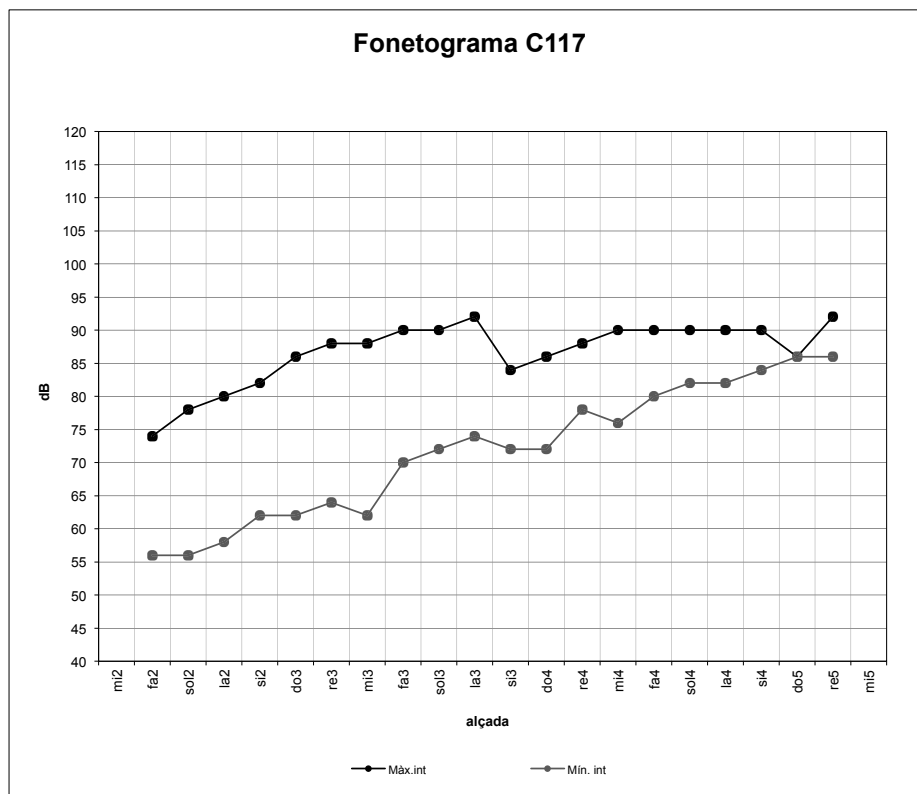
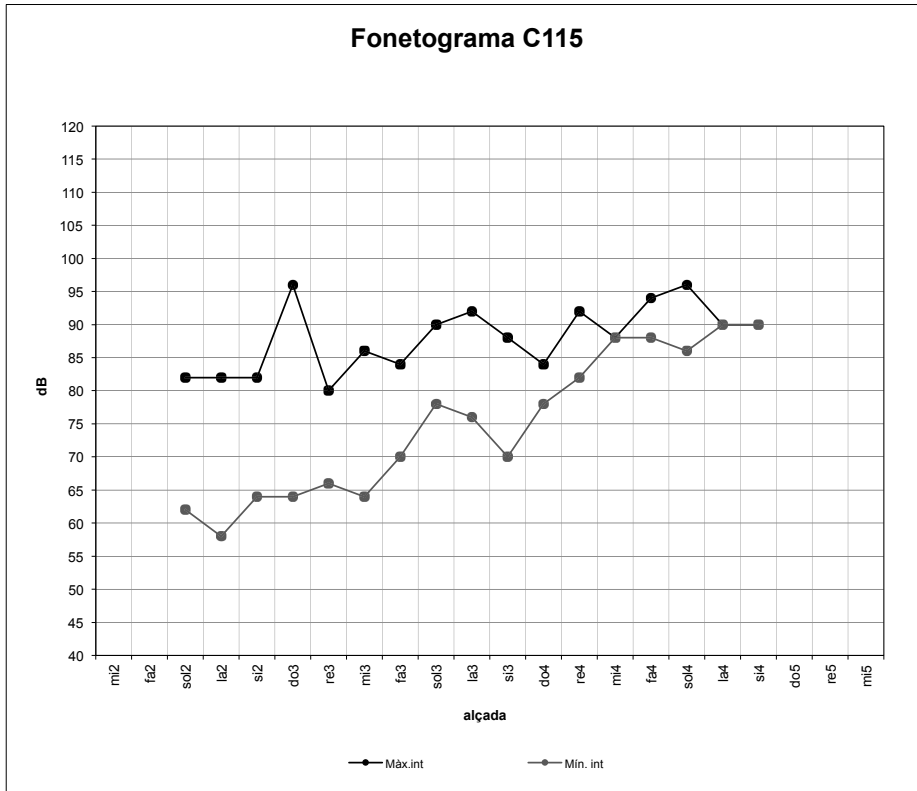


Fonetograma C113

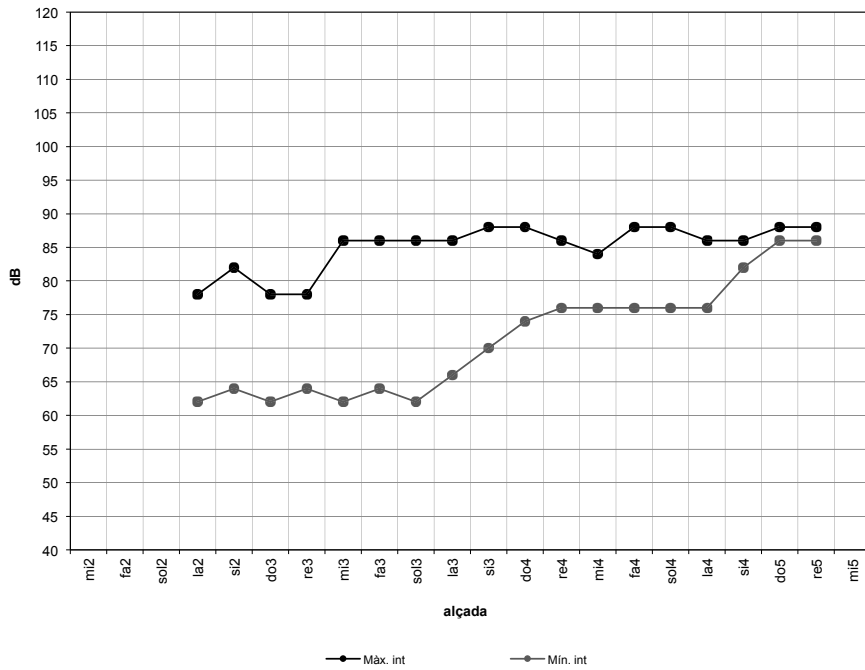


Fonetograma C114

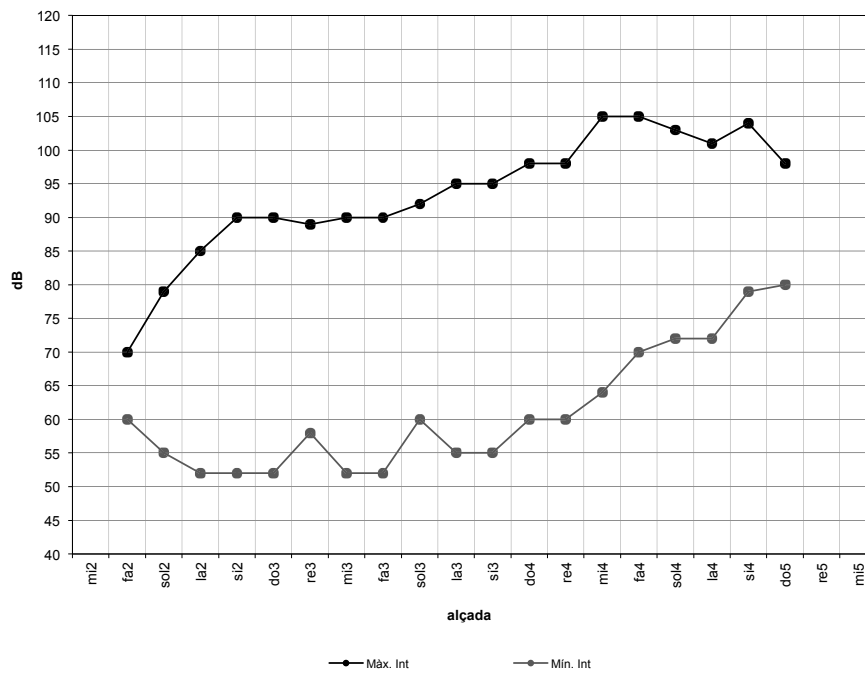


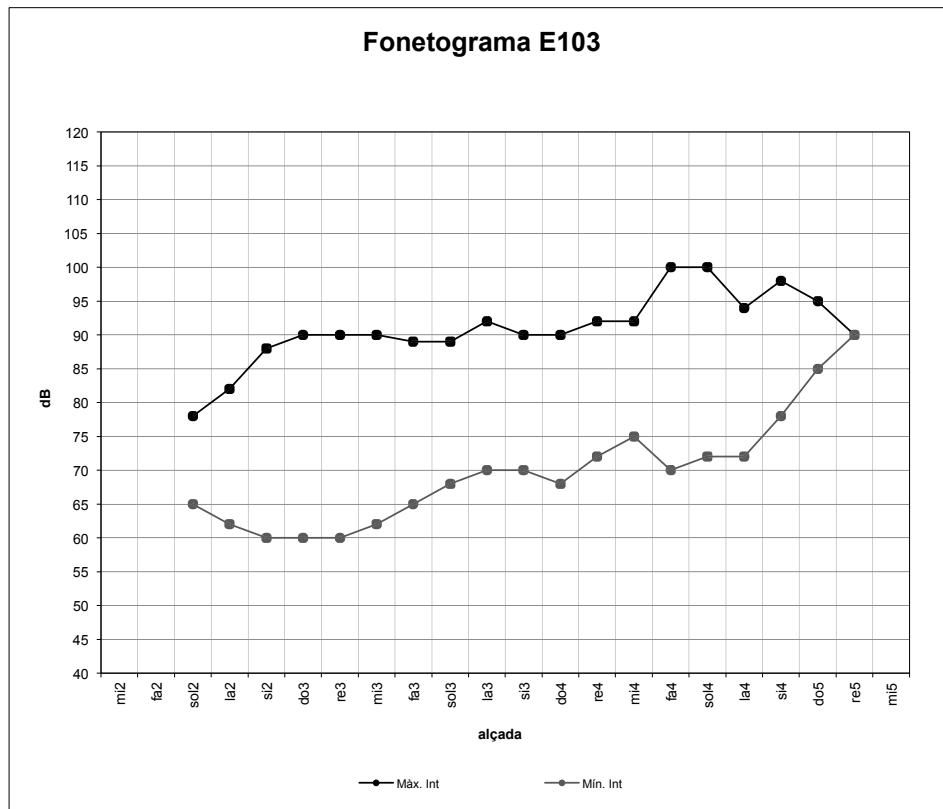
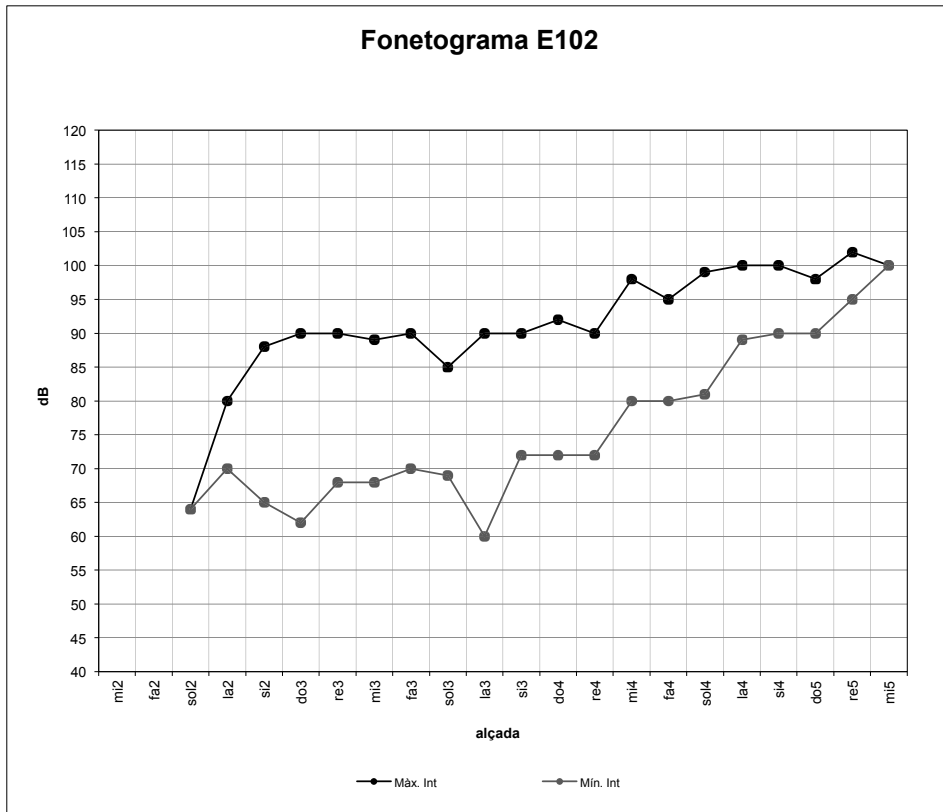


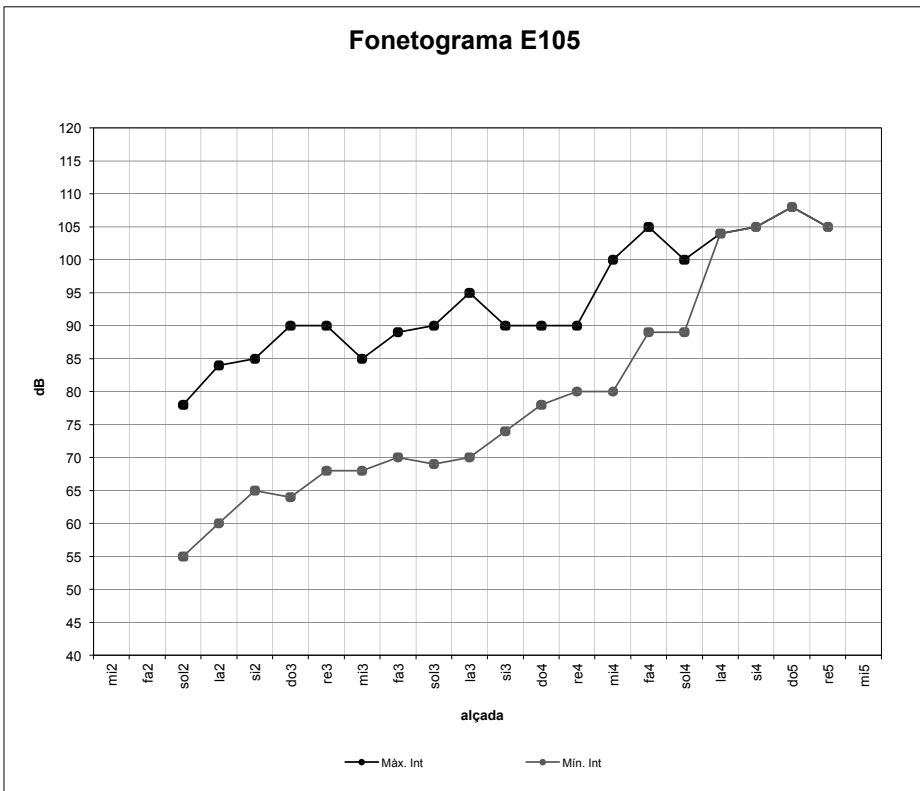
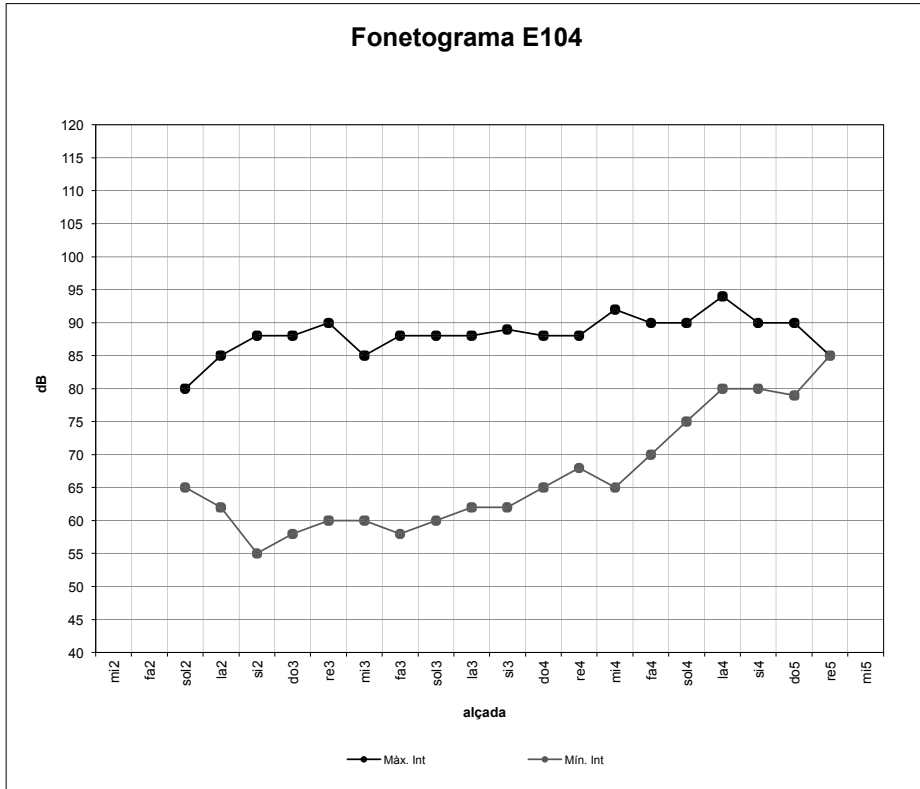
Fonograma C118

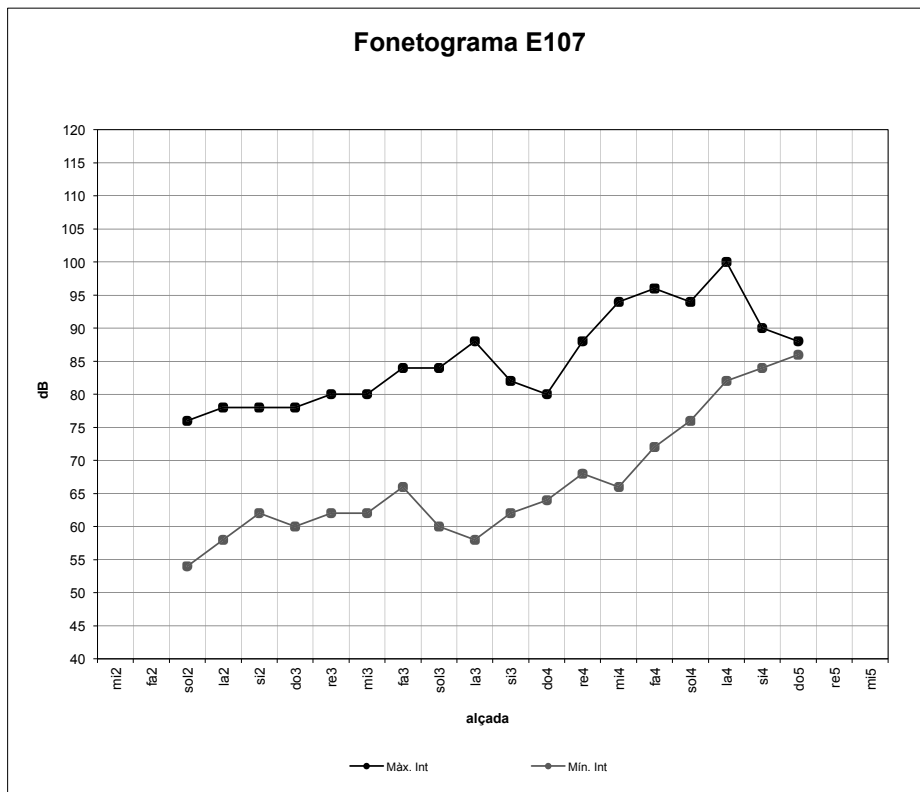
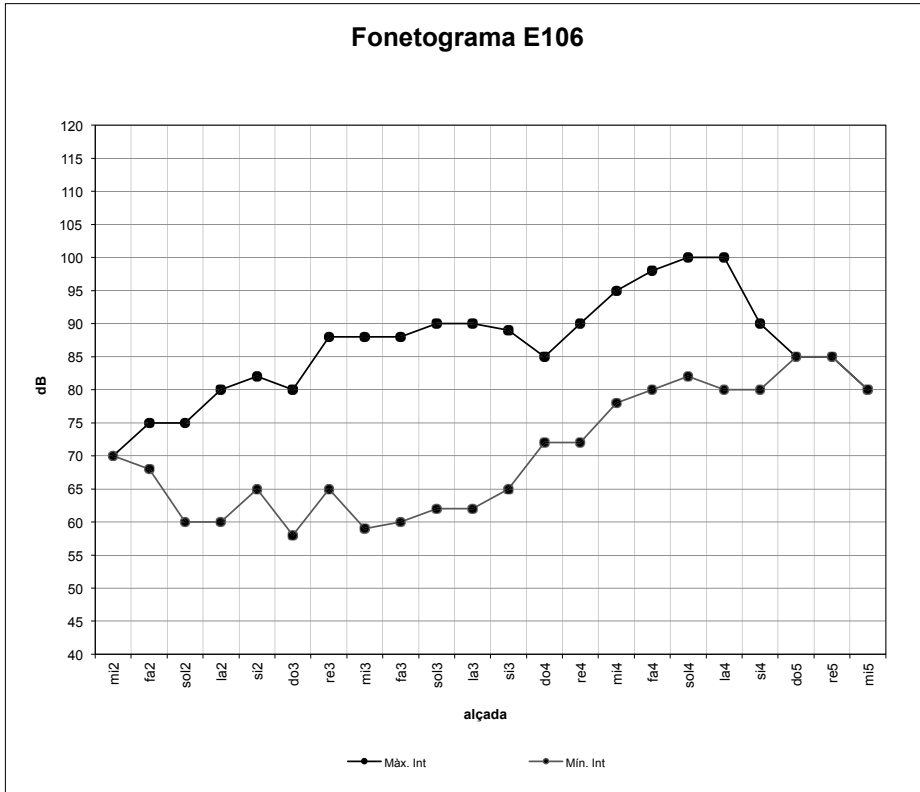


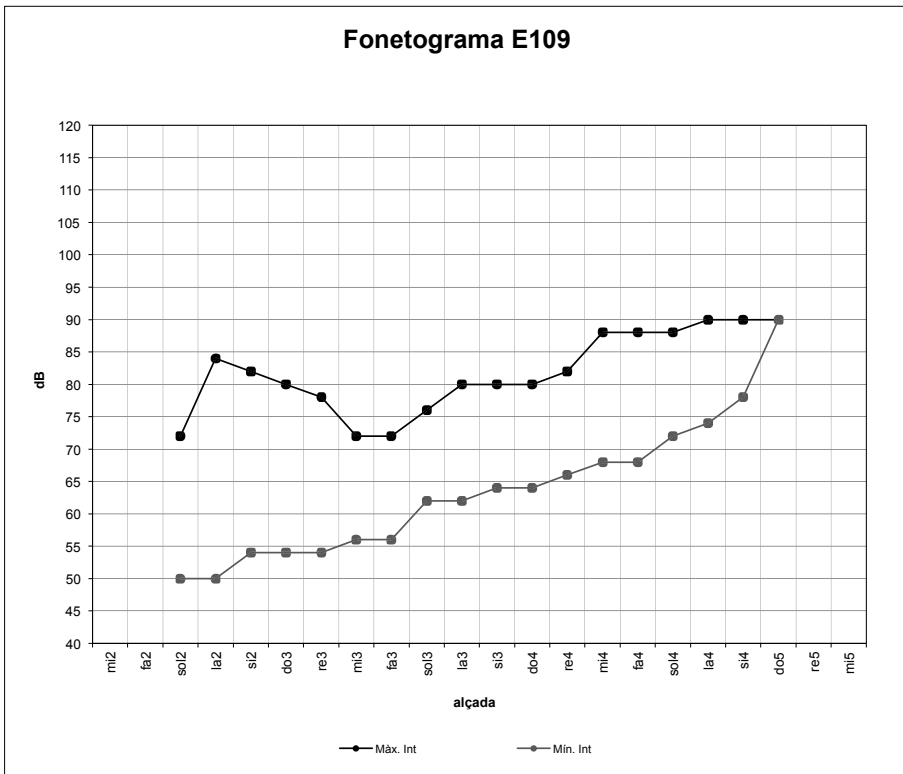
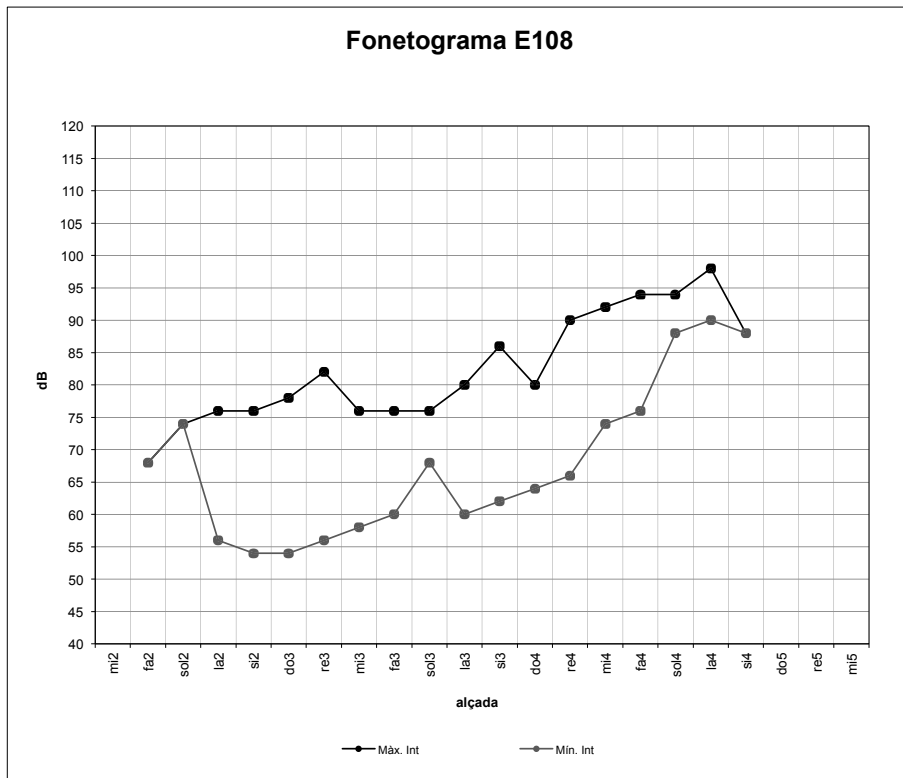
Fonograma E101

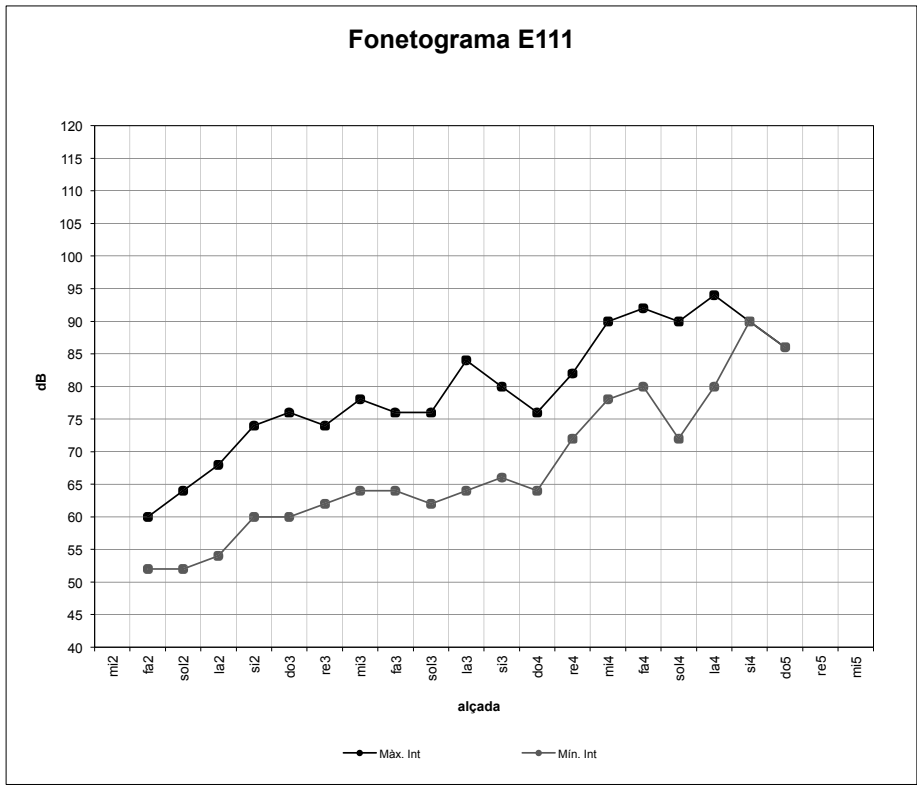
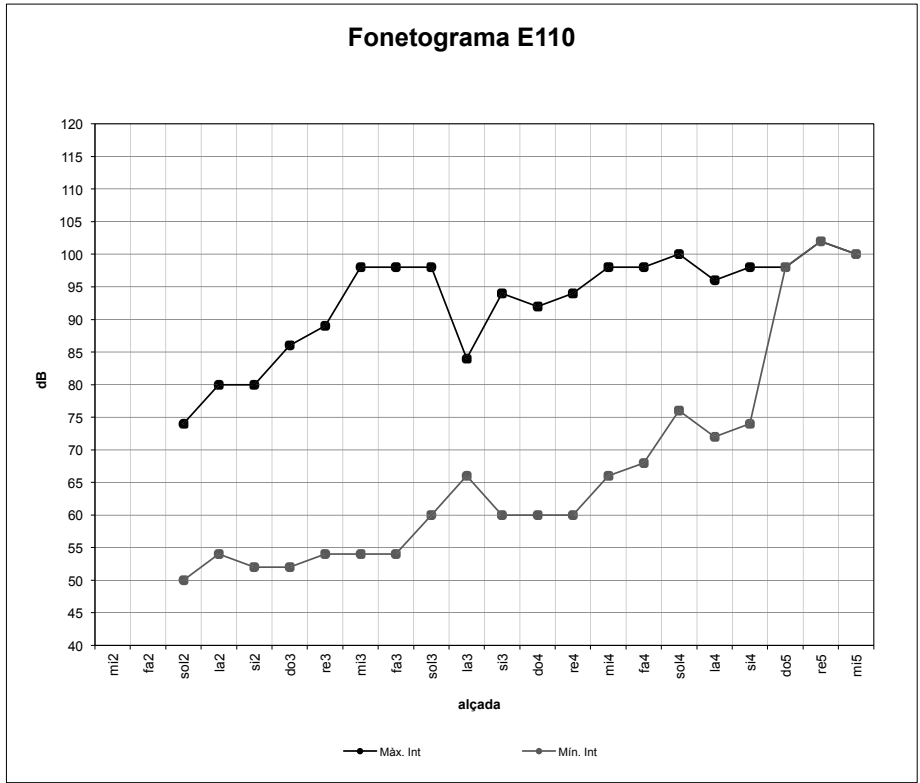


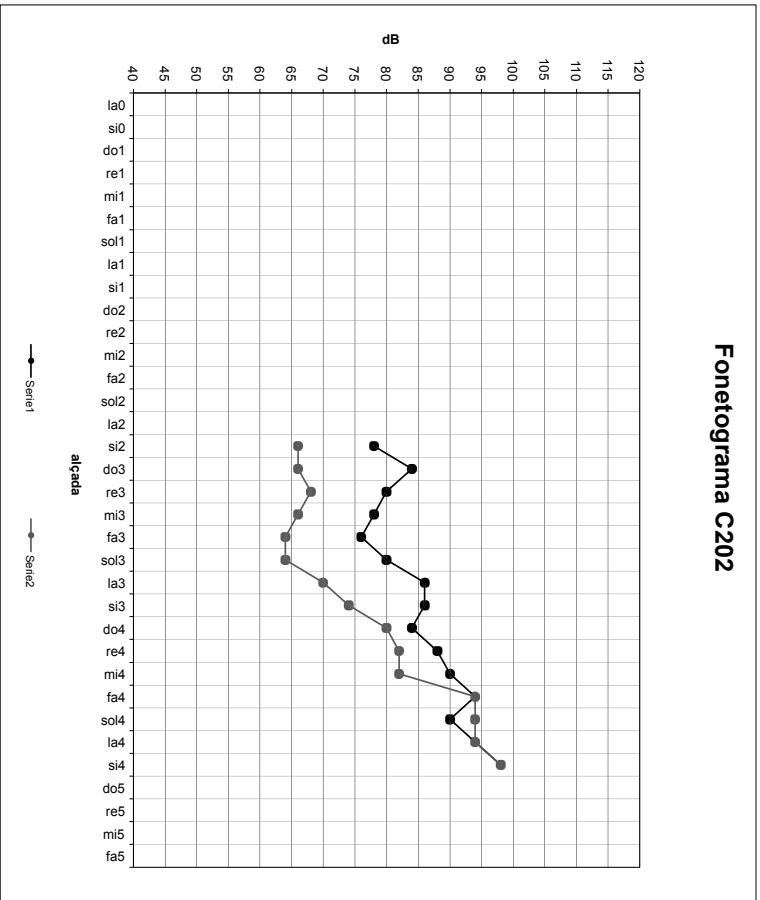
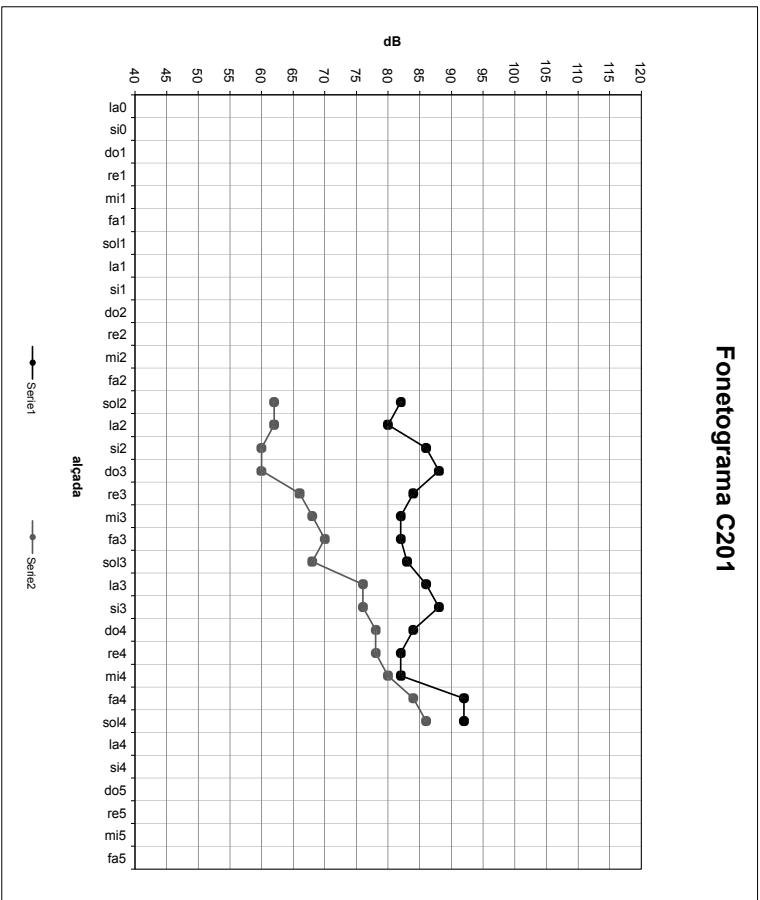


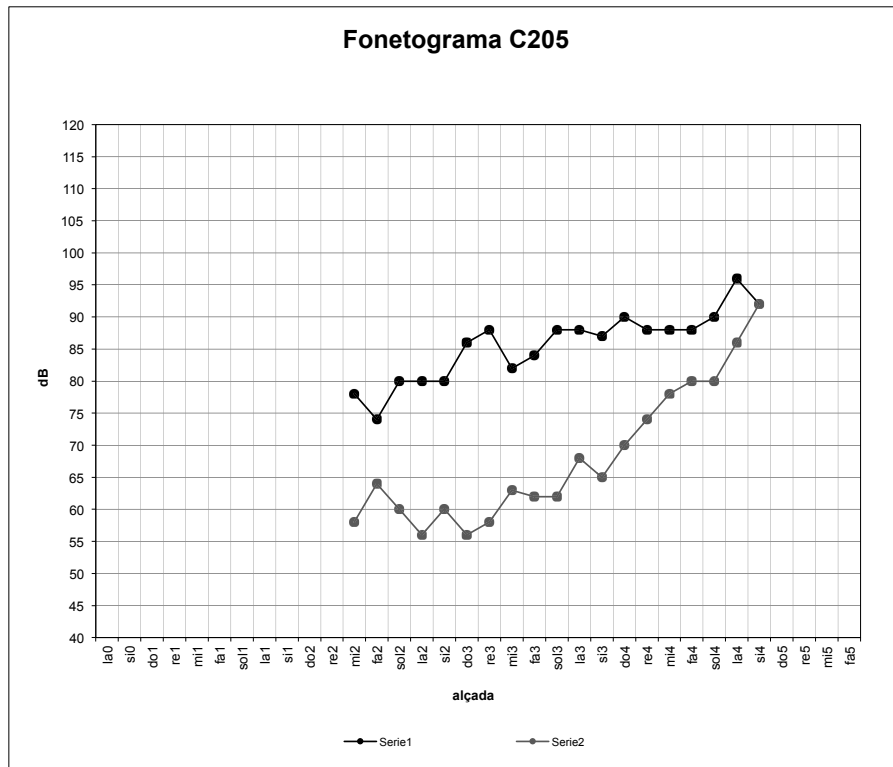
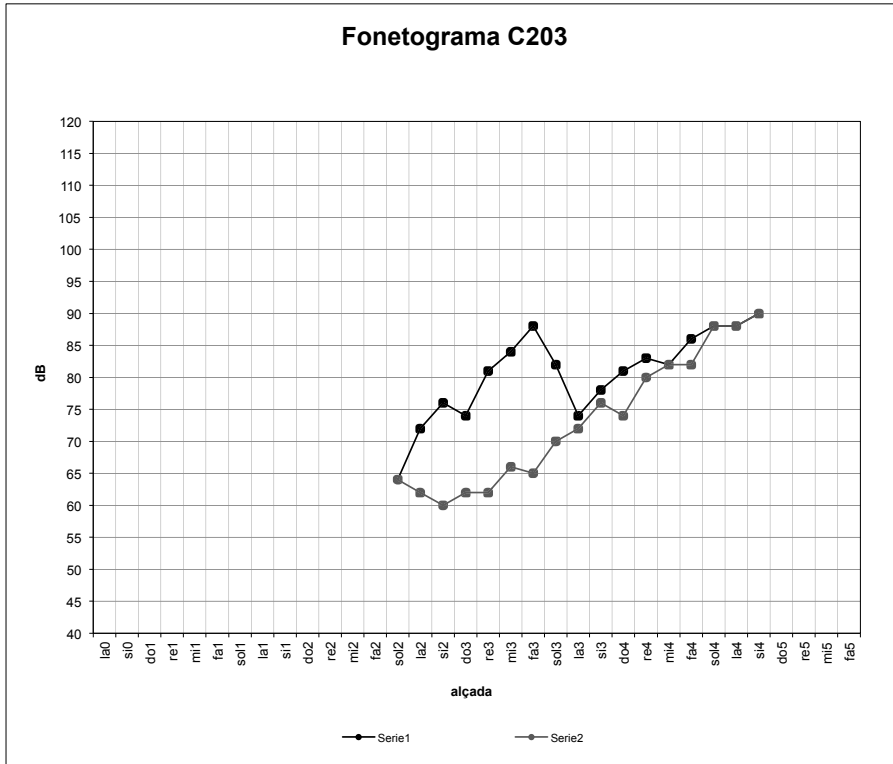


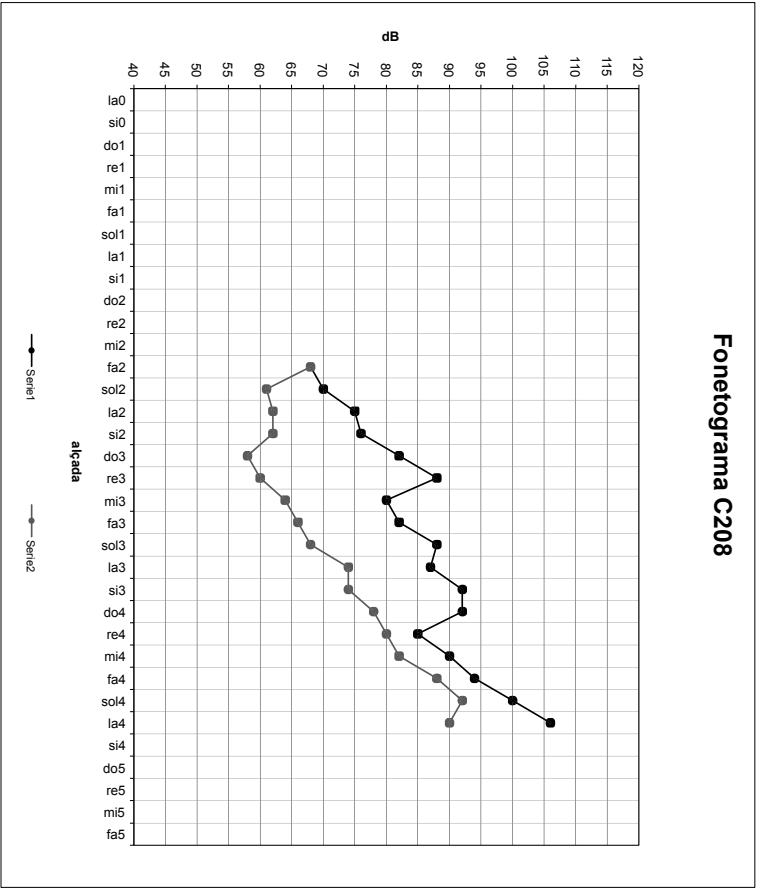
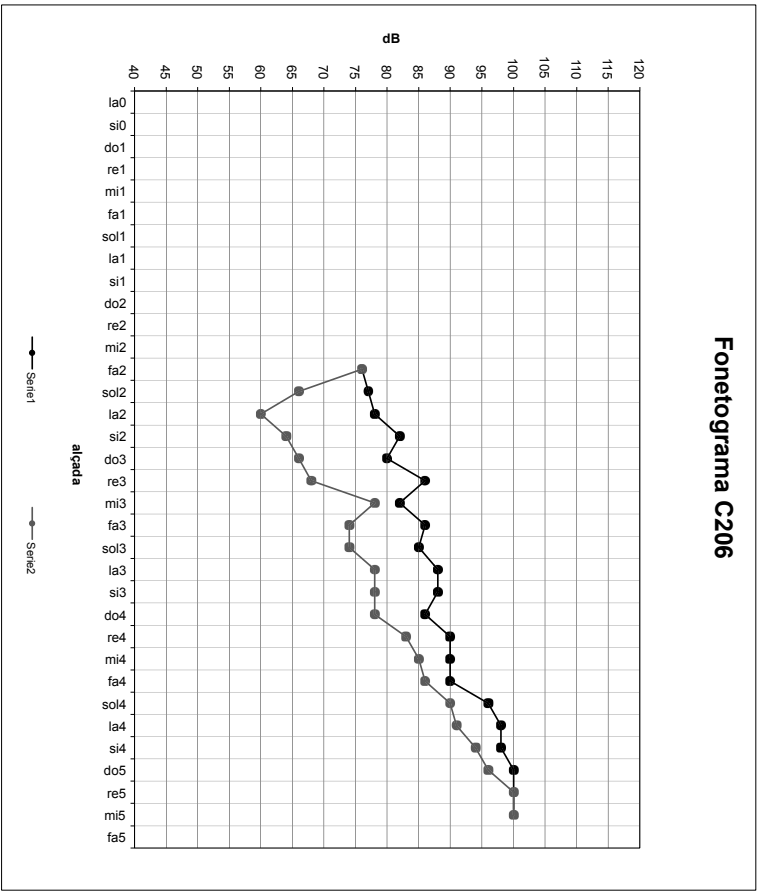


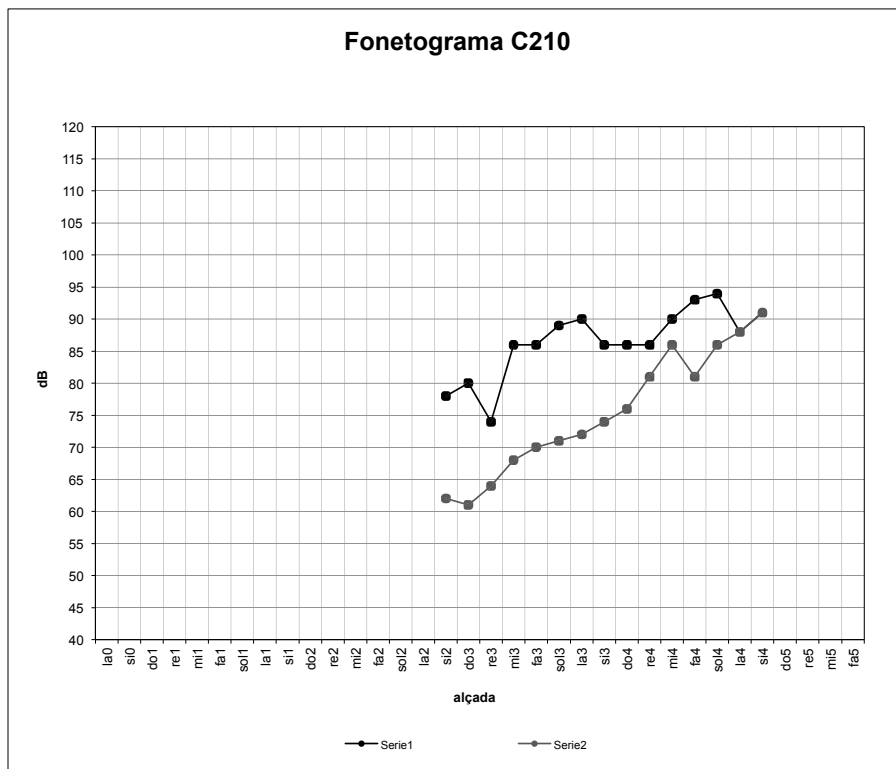
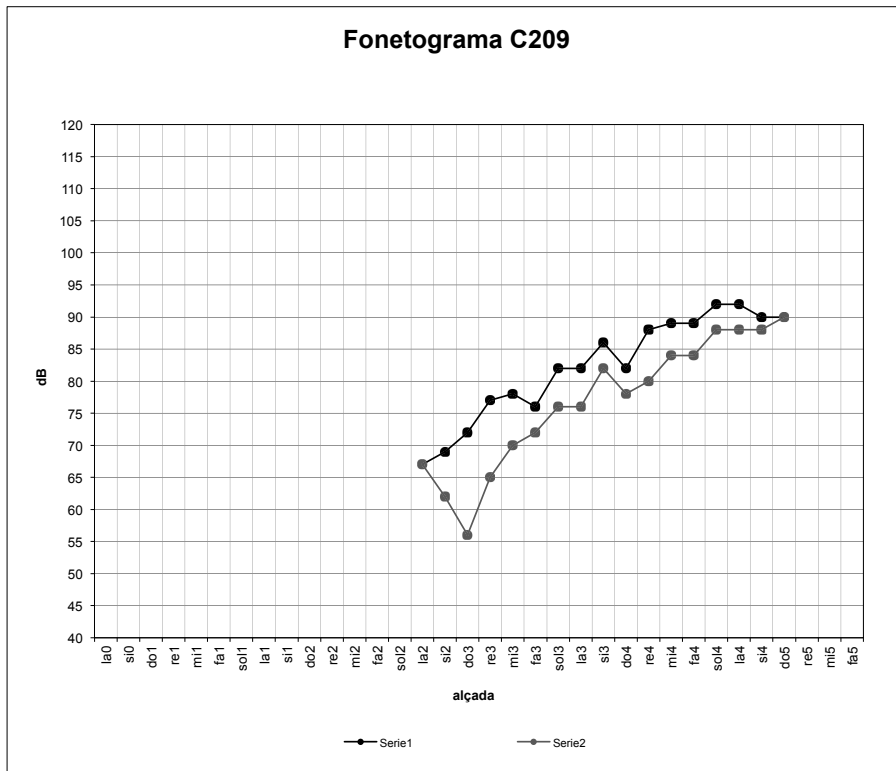




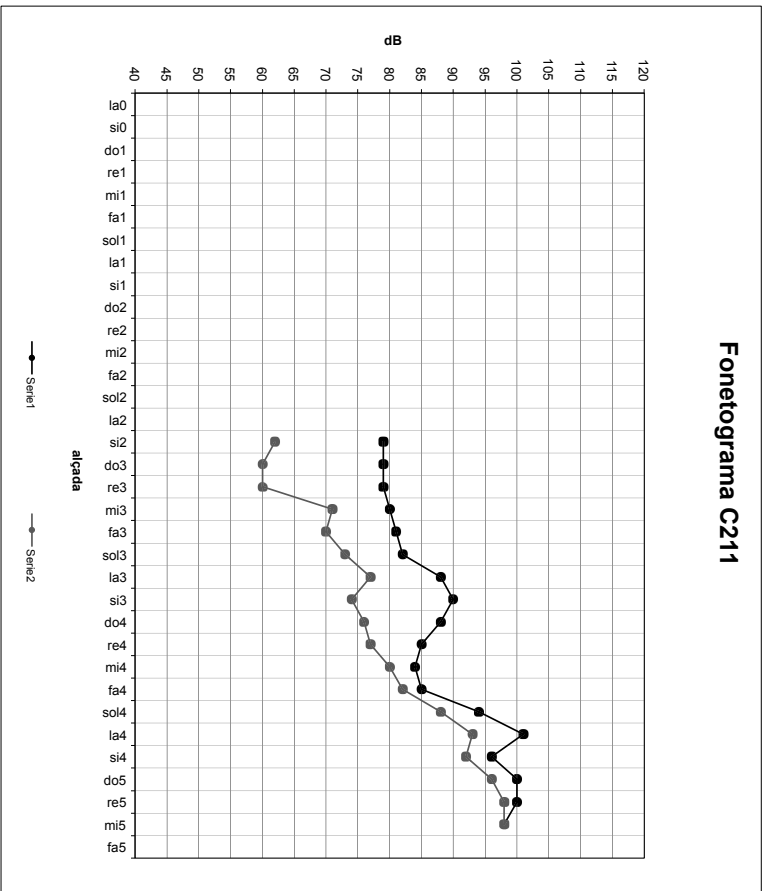




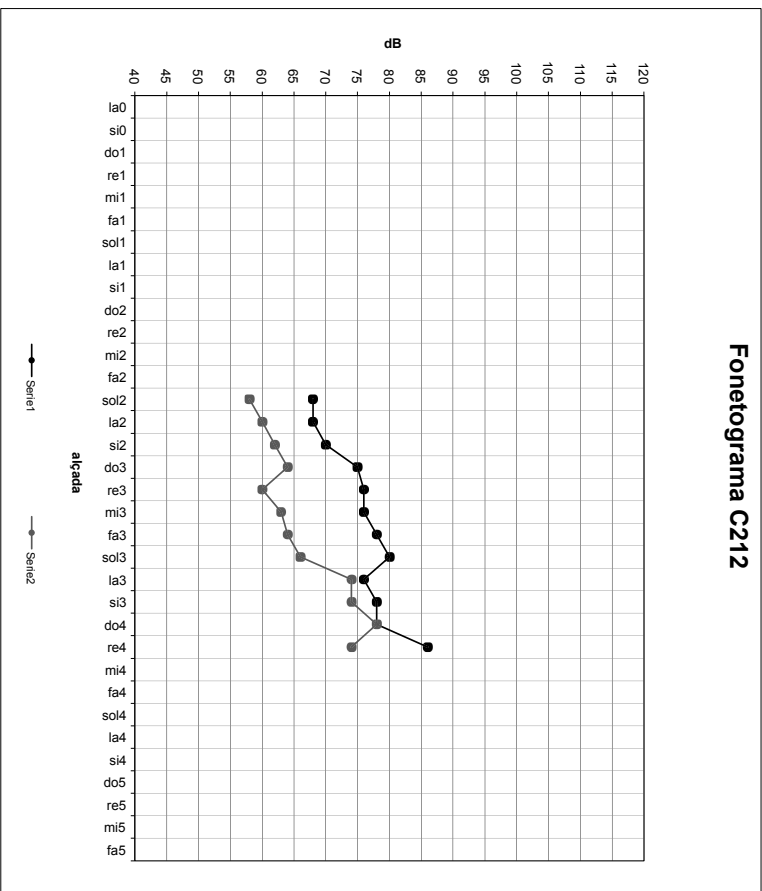


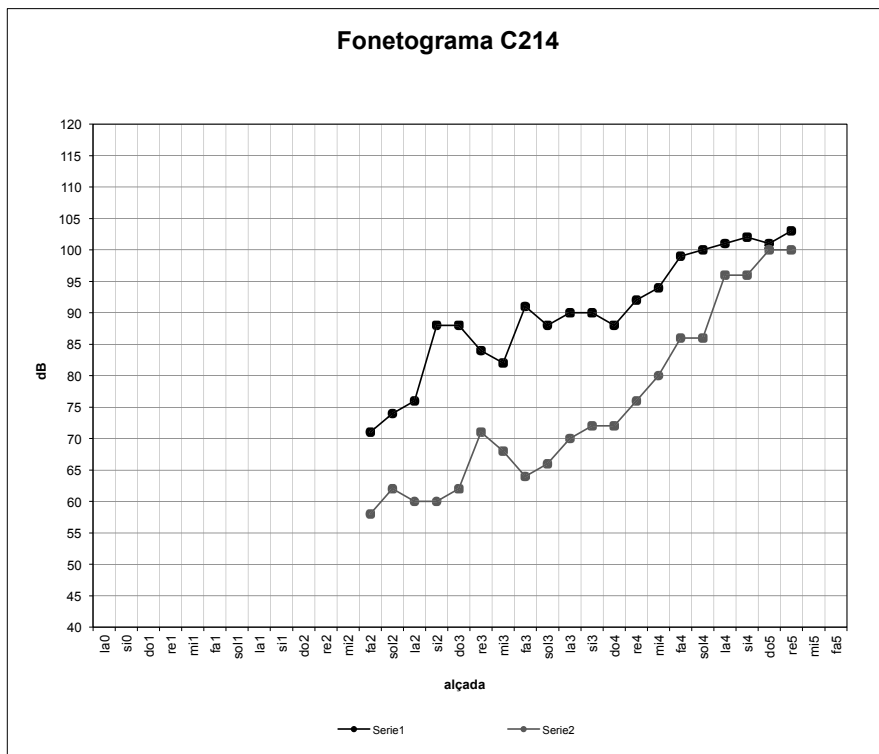
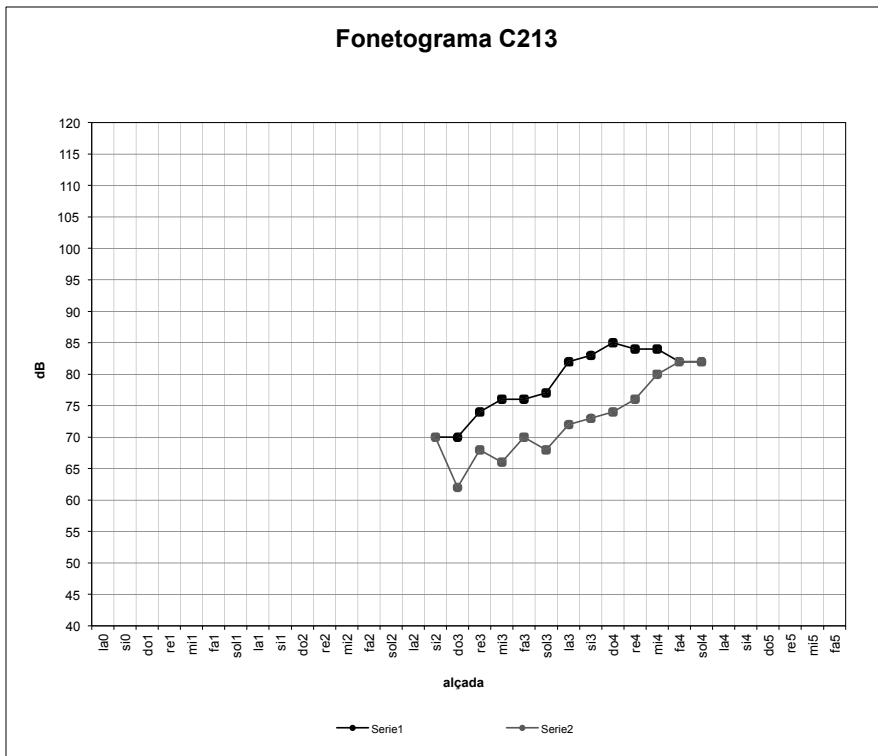


Fonotograma C211

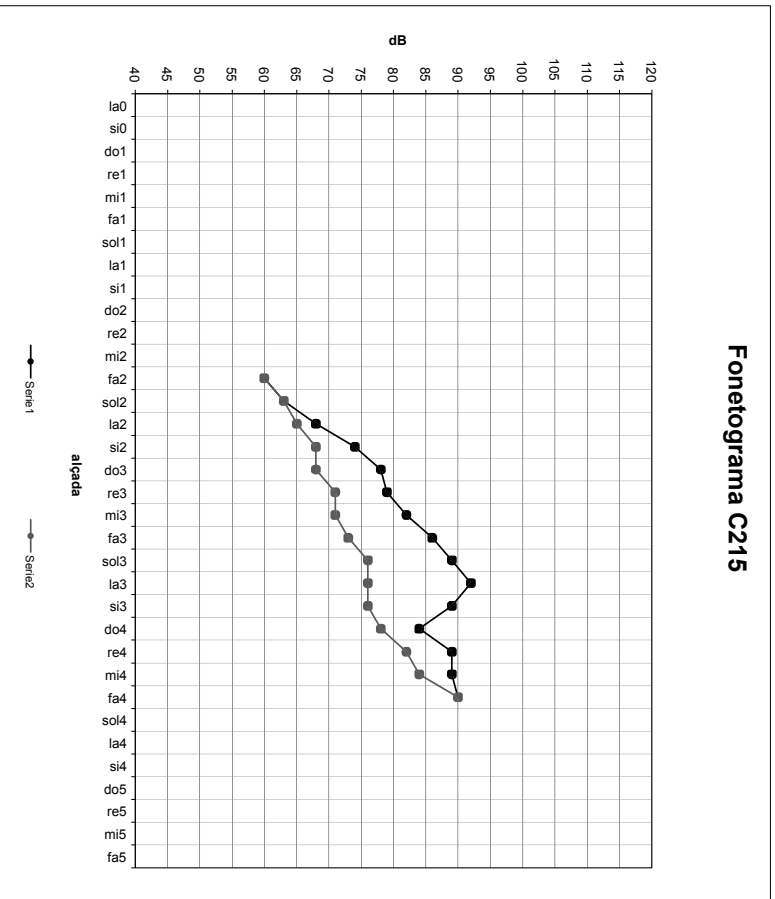


Fonotograma C212

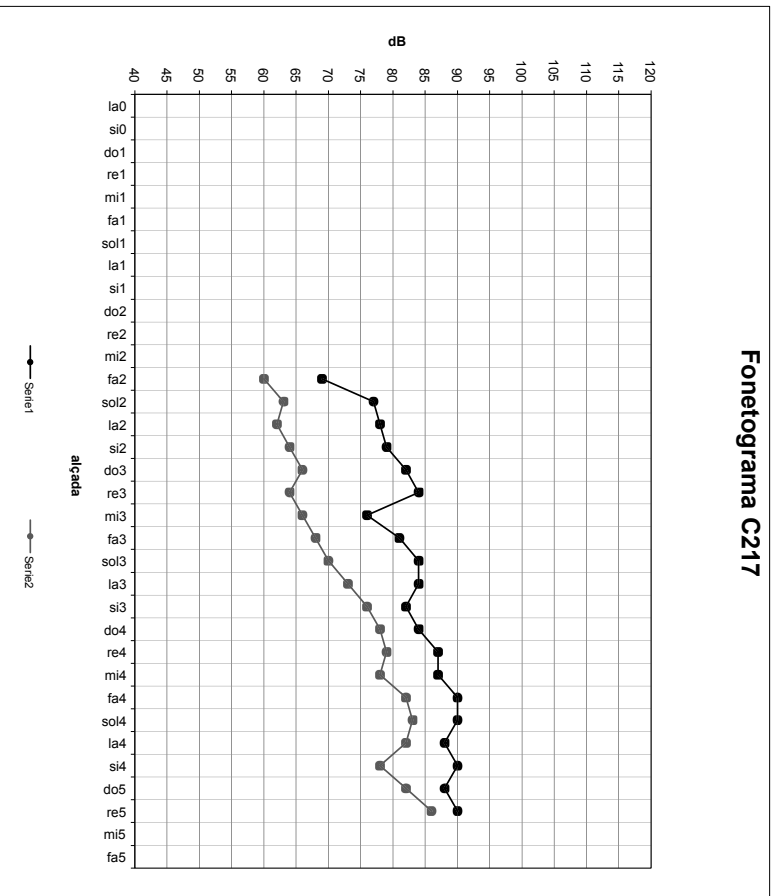




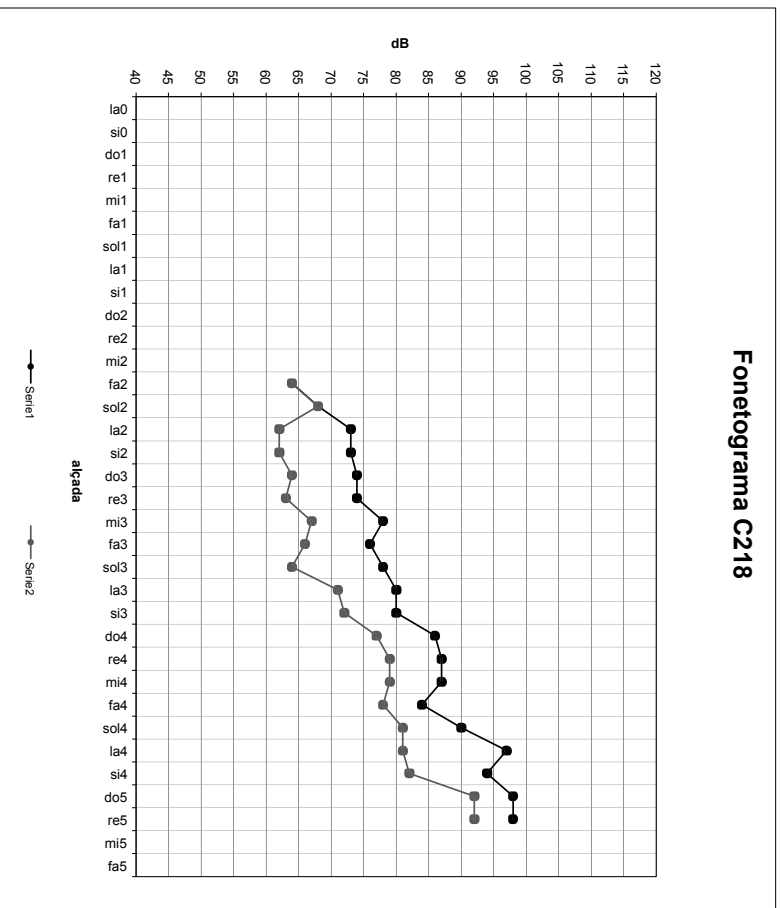
Fonotograma C215



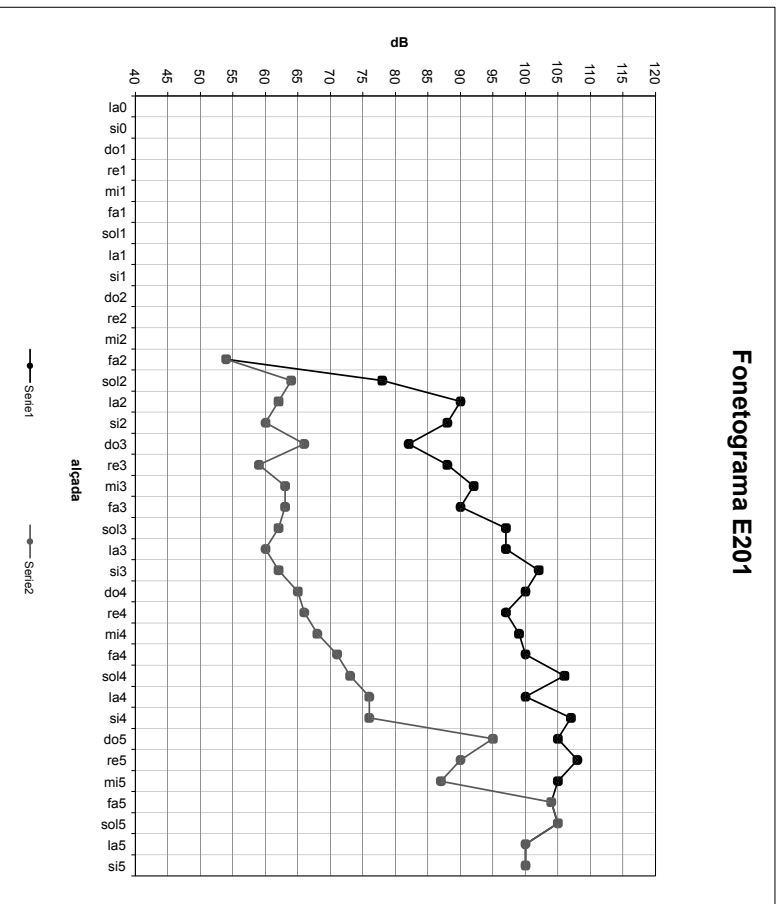
Fonotograma C217



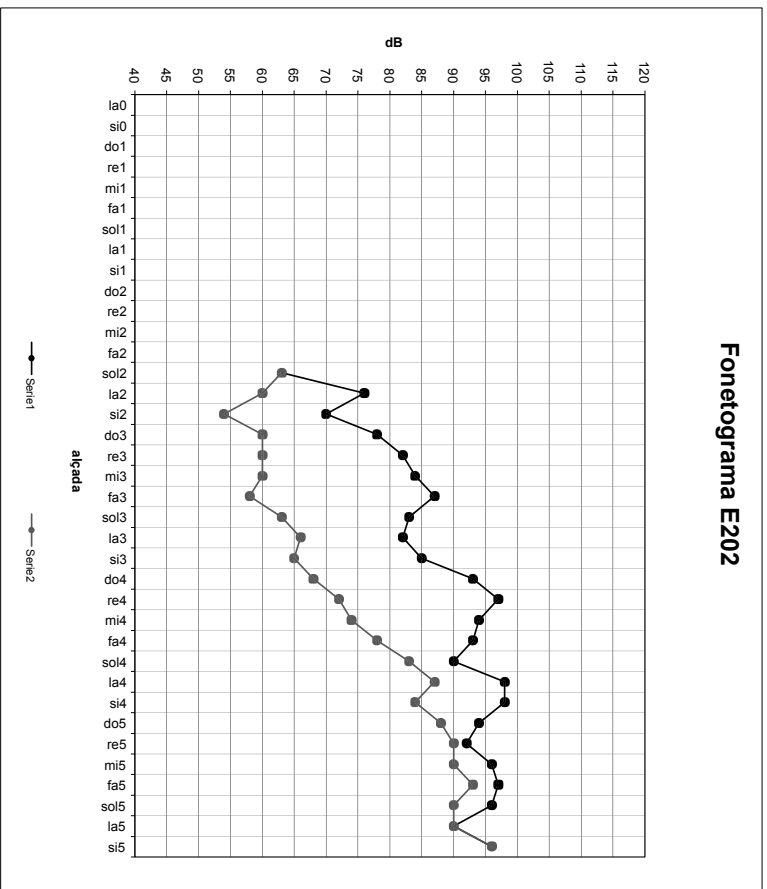
Fonograma C218



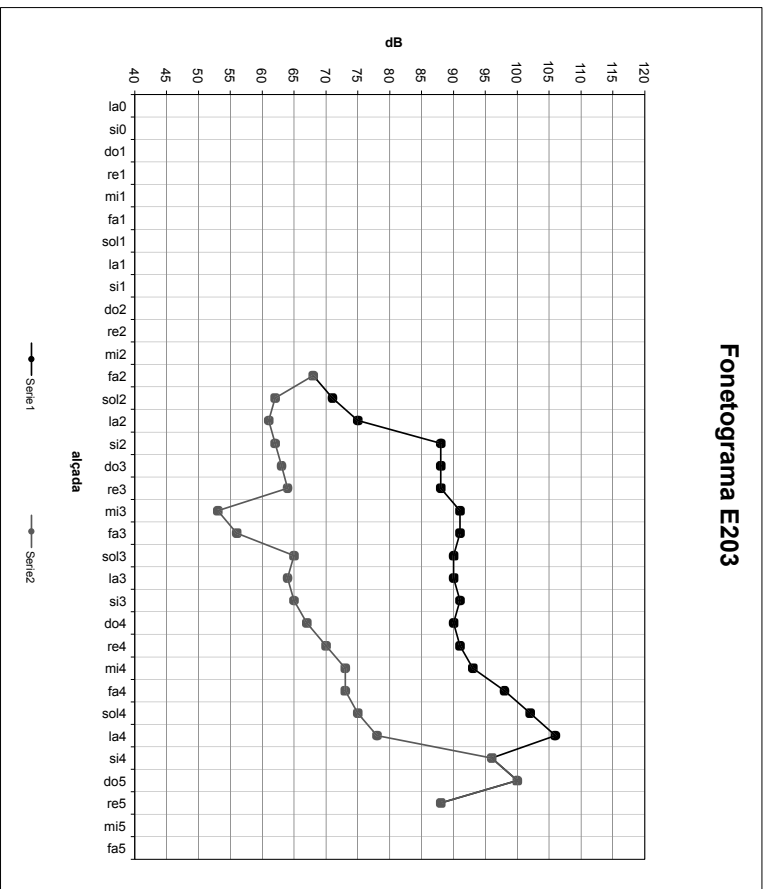
Fonograma E201



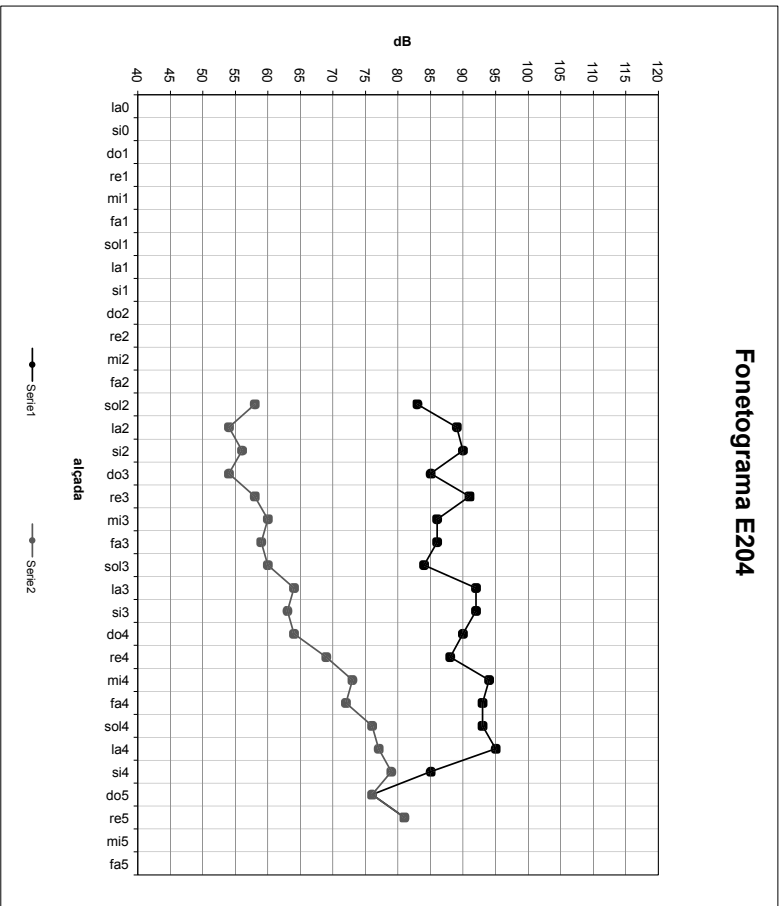
Fonotograma E202



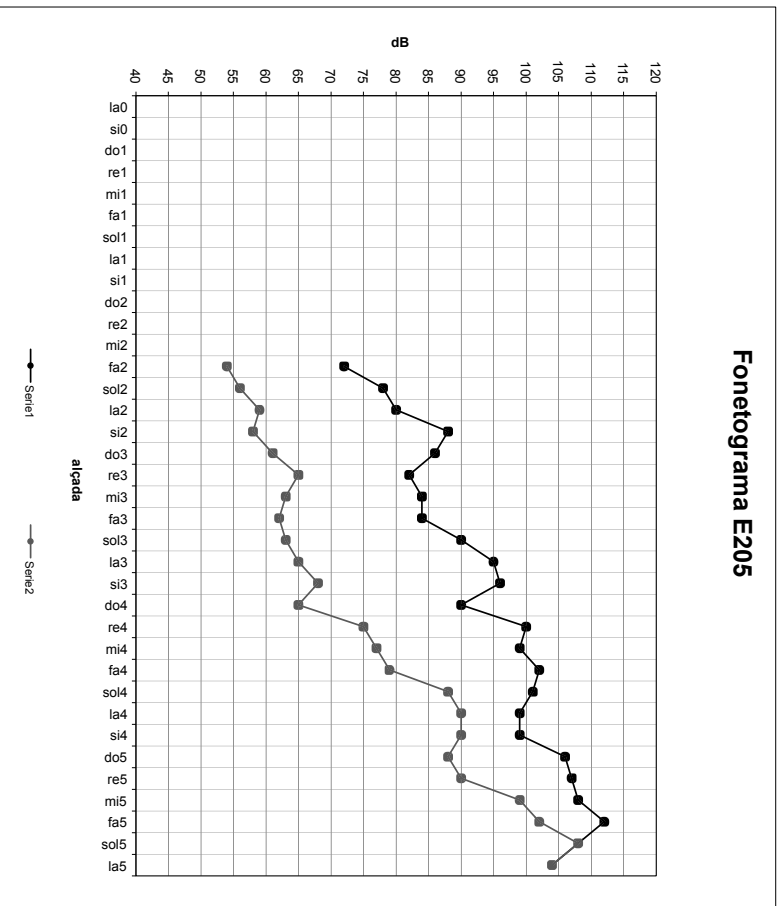
Fonotograma E203

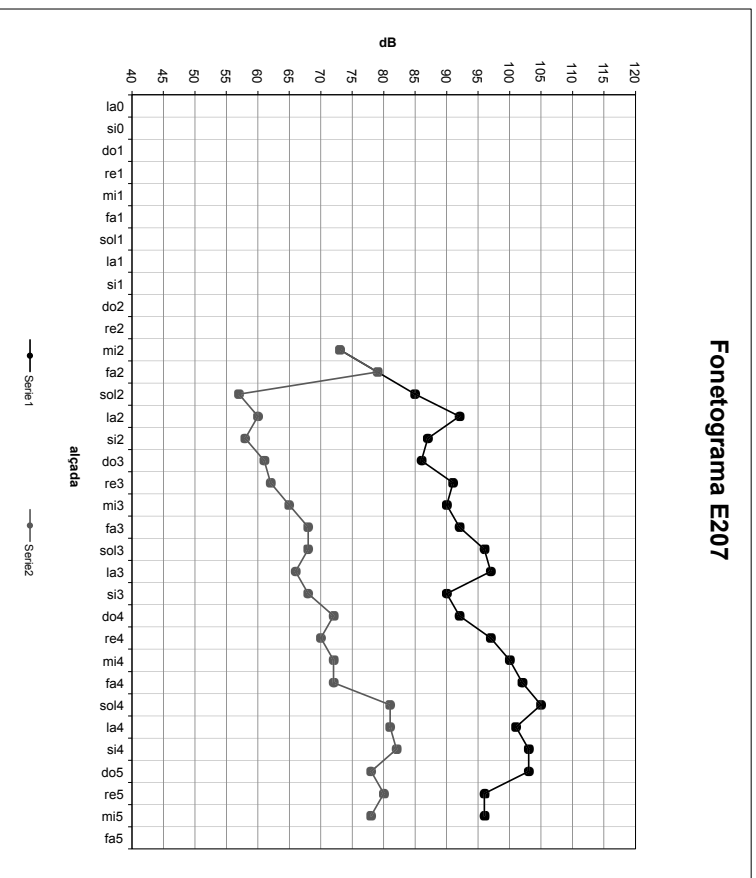
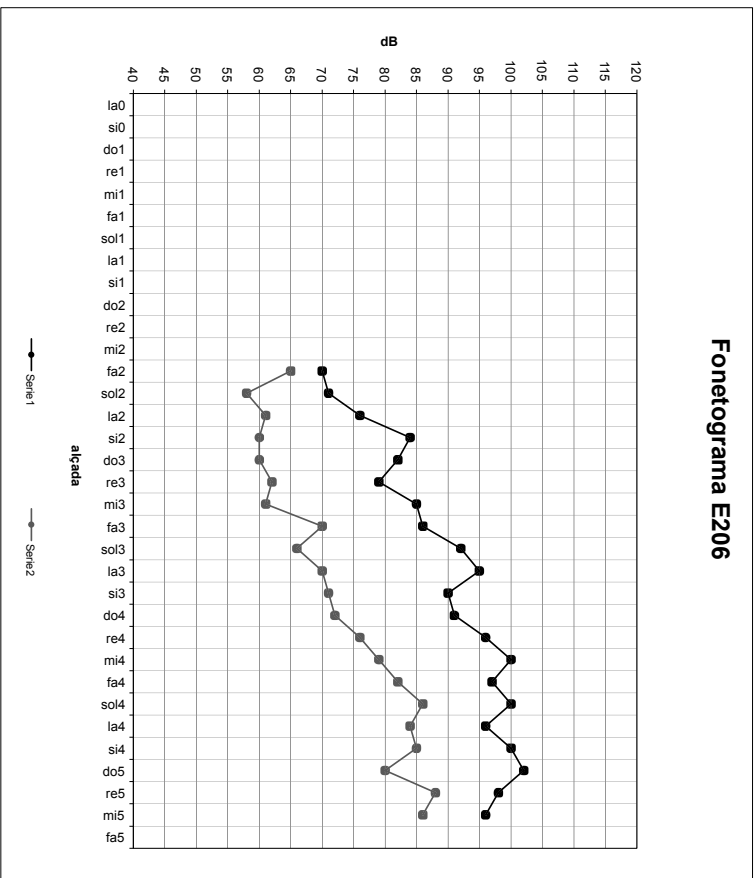


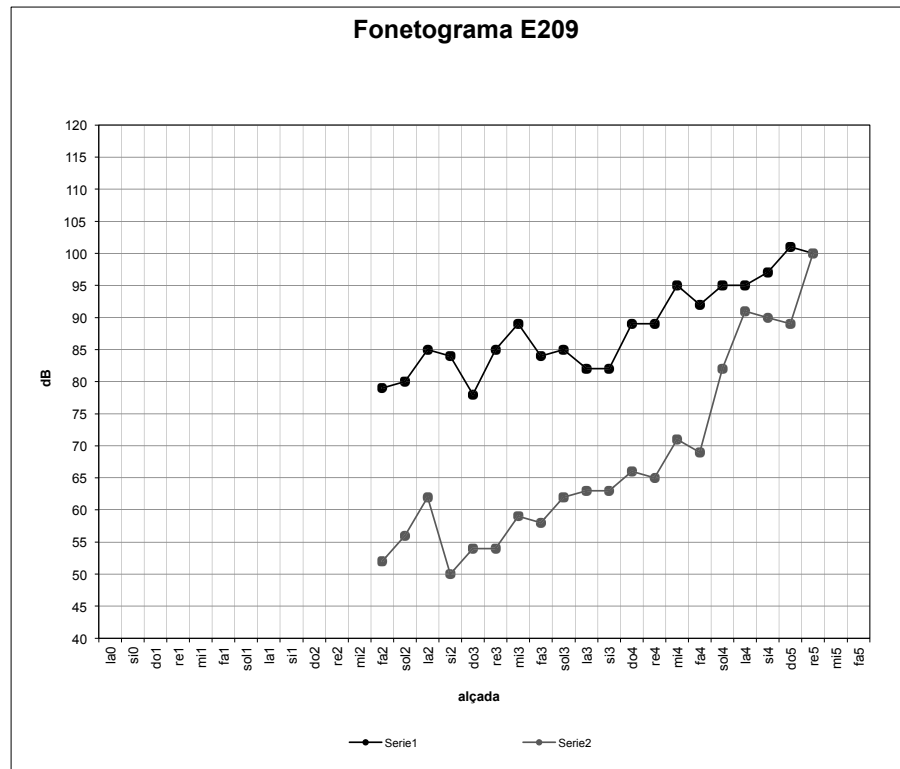
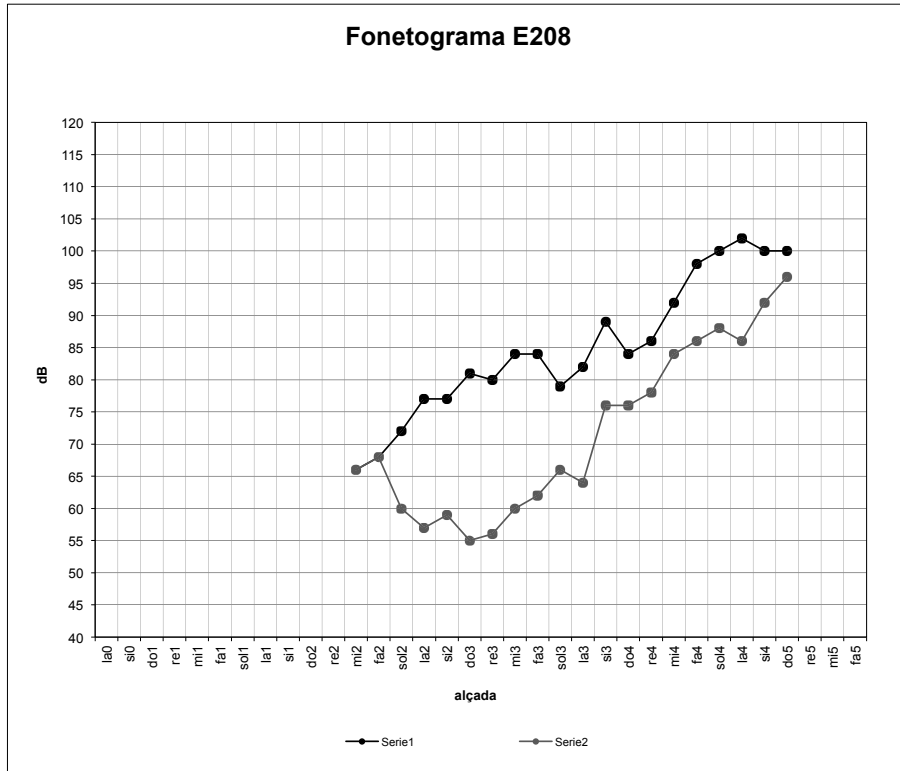
Fonetograma E204

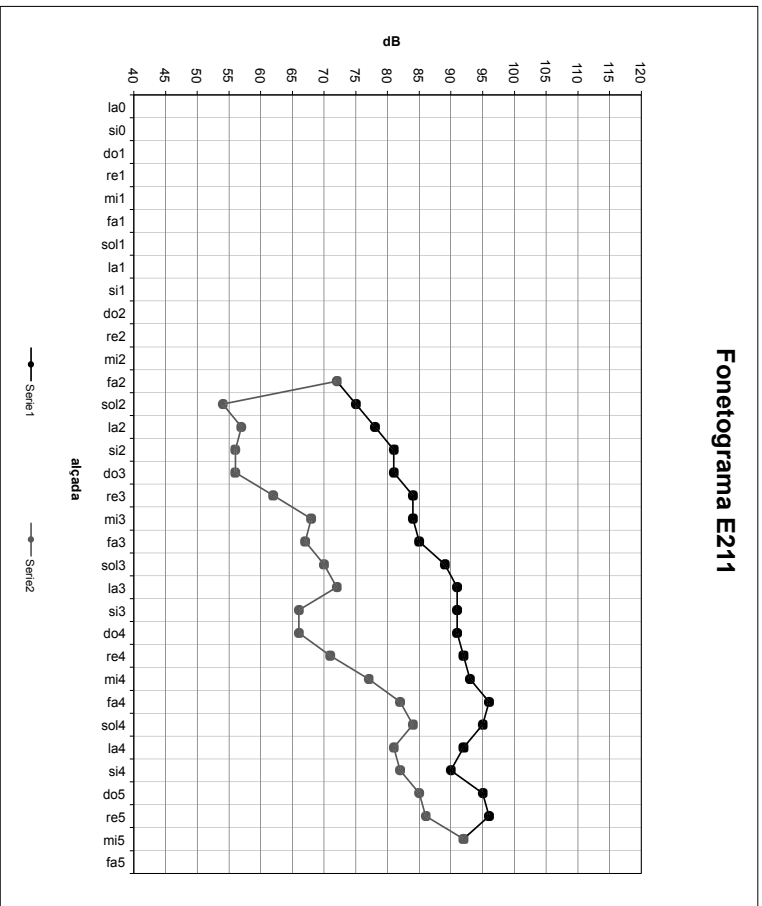
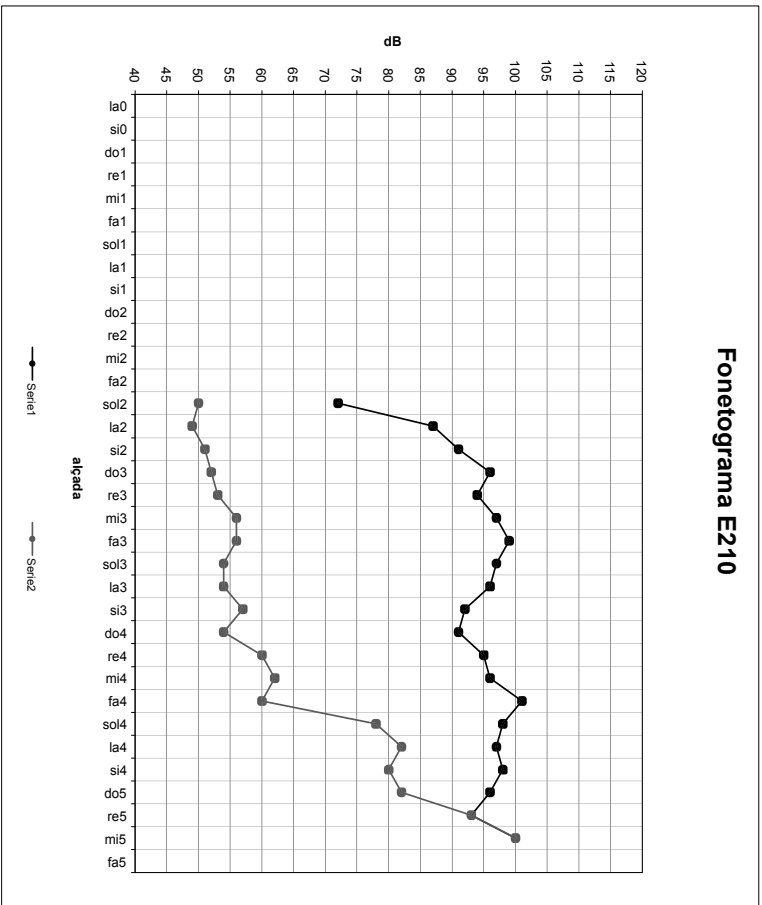


Fonetograma E205









C. EXTRACCIÓ DE DADES DEL FONETOGRAMA

Freqüència màxima	PRE	POST
C01	LA4 - 880,00 Hz	Sol4 - 783,99 Hz
C02	LA4 - 880,00 Hz	Si4 - 987,77 Hz
C03	RE5-1174,70 Hz	Si4 - 987,77 Hz
C04		
C05	DO5 - 1046,50 Hz	Si4 - 987,77 Hz
C06	SI4 - 987,77 Hz	Mi 5-1318,50 Hz
C07		
C08	SI4 - 987,77 Hz	LA4 - 880,00 Hz
C09	SOL4 - 783,99 Hz	Do5 - 1046,50 Hz
C10	RE5-1174,70 Hz	Si4 - 987,77 Hz
C11	Mi5- 1318,50 Hz	Mi 5-1318,50 Hz
C12	Re4 - 587,33 Hz	Re4 - 587,33 Hz
C13	SI4 - 987,77 Hz	Sol4 - 783,99 Hz
C14	Mi5- 1318,50 Hz	Re5-1174,70 Hz
C15	SI4 - 987,77 Hz	Fa4 - 698,46 Hz
C16		
C17	RE5-1174,70 Hz	Re5-1174,70 Hz
C18	RE5-1174,70 Hz	Re 5- 1174,70 Hz
E01	DO5 - 1046,50 Hz	Si 5 - 1975,50 Hz
E02	Mi5- 1318,50 Hz	Si 5 - 1975,50 Hz
E03	RE5-1174,70 Hz	RE5-1174,70 Hz
E04	RE5-1174,70 Hz	RE5-1174,70 Hz
E05	RE5-1174,70 Hz	La 5 - 1760 Hz
E06	Mi5- 1318,50 Hz	Mi5- 1318,50 Hz
E07	DO5 - 1046,50 Hz	Mi5- 1318,50 Hz
E08	SI4 - 987,77 Hz	DO5 - 1046,50 Hz
E09	DO5 - 1046,50 Hz	RE5-1174,70 Hz
E10	Mi5- 1318,50 Hz	Mi5- 1318,50 Hz
E11	DO5 - 1046,50 Hz	Mi5- 1318,50 Hz

Intensitat màxima	PRE	POST
C01	91	92
C02	90	98
C03	92	90
C04		
C05	106	96
C06	106	100
C07		
C08	102	106
C09	94	92
C10	100	94
C11	100	101
C12	90	86
C13	98	85
C14	106	103
C15	96	92
C16		
C17	92	90
C18	88	98
E01	105	108
E02	102	96
E03	100	106
E04	94	95
E05	108	112
E06	100	102
E07	100	105
E08	98	102
E09	90	101
E10	102	101
E11	94	96

Frequència mínima	PRE	POST
C01	SOL2- 196,00 Hz	SOL2- 196,00 Hz
C02	SI2- 246,94 Hz	SI2- 246,94 Hz
C03	FA2 - 174,61 Hz	SOL2- 196,00 Hz
C04		
C05	MI2 -164,81 Hz	Mi2- 164,81 Hz
C06	SOL2- 196,00 Hz	FA2 - 174,61 Hz
C07		
C08	MI2 -164,81 Hz	FA2 - 174,61 Hz
C09	LA2- 220 Hz	La 2- 220 Hz
C10	SI2- 246,94 Hz	SI2- 246,94 Hz
C11	LA2- 220 Hz	SI2- 246,94 Hz
C12	LA2- 220 Hz	SOL2- 196,00 Hz
C13	Do3 - 261,63Hz	SI2- 246,94 Hz
C14	MI2 -164,81 Hz	FA2 - 174,61 Hz
C15	SOL2- 196,00 Hz	FA2 - 174,61 Hz
C16		
C17	FA2 - 174,61 Hz	FA2 - 174,61 Hz
C18	LA2- 220 Hz	FA2 - 174,61 Hz
E01	FA2 - 174,61 Hz	FA2 - 174,61 Hz
E02	SOL2- 196,00 Hz	SOL2- 196,00 Hz
E03	SOL2- 196,00 Hz	FA2 - 174,61 Hz
E04	SOL2- 196,00 Hz	SOL2- 196,00 Hz
E05	SOL2- 196,00 Hz	FA2 - 174,61 Hz
E06	MI2 -164,81 Hz	FA2 - 174,61 Hz
E07	SOL2- 196,00 Hz	MI2 -164,81 Hz
E08	FA2 - 174,61 Hz	MI2 -164,81 Hz
E09	SOL2- 196,00 Hz	FA2 - 174,61 Hz
E10	SOL2- 196,00 Hz	SOL2- 196,00 Hz
E11	FA2 - 174,61 Hz	FA2 - 174,61 Hz

Intensitat mínima	PRE	POST
C01	60	60
C02	58	64
C03	58	60
C04		
C05	52	56
C06	58	60
C07		
C08	54	58
C09	54	56
C10	60	61
C11	58	60
C12	58	58
C13	62	62
C14	52	58
C15	58	60
C16		
C17	56	60
C18	62	62
E01	52	54
E02	60	54
E03	60	53
E04	55	54
E05	55	54
E06	58	58
E07	54	57
E08	54	55
E09	50	50
E10	50	49
E11	52	54

Rang freqüencial	PRE	POST
C01	26	24
C02	22	24
C03	33	28
C04		
C05	32	27
C06	28	35
C07		
C08	31	28
C09	22	27
C10	27	24
C11	31	29
C12	17	19
C13	11	20
C14	36	33
C15	28	24
C16		
C17	33	33
C18	29	33
E01	31	42
E02	33	40
E03	31	33
E04	31	31
E05	31	40
E06	36	35
E07	29	36
E08	30	32
E09	29	33
E10	33	33
E11	31	35

Rang dinàmic	PRE	POST
C01	31	32
C02	32	34
C03	34	30
C04		
C05	54	40
C06	48	40
C07		
C08	48	48
C09	40	36
C10	40	33
C11	42	41
C12	32	28
C13	36	23
C14	54	45
C15	38	32
C16		
C17	36	30
C18	26	36
E01	53	54
E02	42	44
E03	40	53
E04	39	41
E05	53	58
E06	42	44
E07	46	48
E08	44	47
E09	40	51
E10	52	52
E11	42	42

ÁREA dB/st	PRE	POST
C01	294,44	344,00
C02	382,44	208,89
C03	321,56	215,11
C04		
C05	626,44	559,56
C06	505,56	300,44
C07		
C08	428,00	398,00
C09	352,00	162,44
C10	437,11	278,44
C11	498,44	262,44
C12	296,00	199,11
C13	272,00	139,56
C14	725,11	506,00
C15	386,00	188,44
C16		
C17	518,00	365,11
C18	422,89	304,44
E01	1054,44	940,44
E02	535,56	545,56
E03	697,56	675,11
E04	696,00	729,56
E05	490,89	752,00
E06	617,56	622,00
E07	589,11	870,44
E08	458,00	460,44
E09	581,11	715,56
E10	899,11	1032,44
E11	399,11	583,11

D. FREQÜÈNCIA FONAMENTAL DE LA VEU PARLADA

F0	PRE	POST
C01	264,40	225,23
C02	275,20	280,2
C03	269,50	256,2
C04	253,90	269
C05	260,10	250,7
C06	233,40	212,5
C07		
C08	245,60	239,1
C09	233,10	270,6
C10	251,30	251
C11	257,20	248,1
C12	256,20	231
C13	287,20	264,7
C14	234,30	229,8
C15	220,20	222,7
C16		
C17	238,70	213,1
C18	253,00	246,6
E01	228,60	228,7
E02	214,70	214,5
E03	260,90	245,8
E04	241,70	241,3
E05	268,90	270,8
E06	261,30	263,4
E07	247,00	246
E08	231,80	242,1
E09	233,20	226,4
E10	222,70	229,8
E11	243,80	254,8