

TREBALL DE RECERCA:

LA VEU: CANVIA EL TEU INSTRUMENT

Maria Rovira Canals

19/01/2018

2n Batxillerat

Tutora: Montse Ariza

ÍNDEX

Introducció.....	4
1. La fonació.....	6
1.1. Aparell respiratori	7
1.1.1. Inspiració	7
1.1.2. Expiració.....	9
1.2. Aparell vibrador	11
1.2.1. Laringe.....	11
1.2.2. Suspensió de la laringe	14
1.3. Aparell ressonador	17
1.3.1. Faringe	17
1.3.2. Boca	19
1.3.3. Fosses nasals.....	21
2. El so.....	22
2.1. Ones sonores	22
2.1.1. Ones sonores simples	23
2.1.2. Ones sonores periòdiques compostes	23
2.2. Representacions de l'ona sonora.....	24
2.2.1. Oscil·lograma	24
2.2.2. Espectre	24
2.2.3. Espectrograma	25
2.3. Anàlisi acústica de la veu.....	26
2.3.1. Freqüència fonamental	26
2.3.2. Harmònics.....	26
2.3.3. Formants	27
3. Acústica del tracte vocal	28
3.1. Variació dels valors formàntics	29

3.1.1.	Primer formant (F1).....	30
3.1.2.	Segon formant (F2).....	31
4.	Part pràctica.....	32
4.1.	Objectius	34
4.1.1.	Augment del rang	34
4.1.2.	Millora de l'afinació vocal	35
4.2.	Disseny dels exercicis vocals d'anàlisi	37
4.3.	Disseny de l'entrenament vocal	39
4.3.1.	Exercicis per escalfar	40
4.3.2.	Exercicis vocals bàsics	40
4.3.3.	Exercicis vocals avançats	41
4.3.4.	Exercicis per refredar.....	41
4.4.	Metodologia d'anàlisi	43
4.4.1.	Exercici A	43
4.4.2.	Exercici B	45
4.5.	Enàlisi de resultats	47
4.5.1.	Resultats de l'exercici A.....	48
4.5.2.	Resultats de l'exercici A.....	58
	Conclusió.....	64
	Annex	66
Annex 1.....		67
Annex 2.....		69
Annex 3.....		75
	Bibliografia.....	79

INTRODUCCIÓ

Avui en dia, l'art de cantar encara es coneix com a una qualitat que només posseeixen uns pocs privilegiats. No tots aquells que gaudeixen de la seva escolta tenen l'innat talent de dominar el cant. És per això, que una immensa majoria contempla la veu cantada com a una facultat inabastable. I arribats a aquest punt, acaben donant la pròpia veu per perduda.

Jo, com a intèrpret, cantant i, per sobre de tot, amant de la música, he emprès aquest projecte amb l'ànim de dissuadir a tot a aquell que segueix contemplant l'art de cantar com quelcom impossible. La veu és un instrument complex, però en l'actualitat està extensament estudiat i l'únic que requereix per assolir-ne el control és dedicació. Així doncs, la clau resideix en conèixer-se a un mateix i utilitzar aquest saber per transformar una simple expiració amb una nova via d'expressió personal. Particularment a mi, sempre m'ha fascinat el fet de descobrir com som en realitat per dins. Potser perquè confio en que dona resposta a totes les preguntes que em pugui fer sobre mi mateixa. Per aquest motiu, he decidit anar un pas més enllà en el cant i convertir la veu en la temàtica principal del meu treball.

L'estructuració del projecte consistirà en: un desenvolupament teòric o part teòrica, on s'esclariran els conceptes essencials per poder entendre la segona part de l'estudi; el desenvolupament pràctic o part pràctica, on s'aplicaran tots els coneixements adquirits per assolir els objectius inicials del projecte.

La part teòrica ha de constar d'un primer apartat, que consolidi les bases anatòmiques que intervenen en el procés de la producció de la veu; un segon, en què es tractin els fonaments físics indispensables del so per tal d'entendre la composició de la veu a nivell tècnic; un últim, que treballarà el tracte vocal pròpiament anatòmic en correlació amb les característiques físiques del so.

Per tant, el projecte d'investigació es centra en l'estudi anatòmic i físic de la veu cantada. L'estructura teòrica està determinada envers els objectius del mateix. Aquests s'exposaran i es desenvoluparan a la part pràctica. En efecte, la finalitat de l'estudi és arribar a fer una valoració del so que produïm, remuntant-nos a l'expressió més primària d'aquest, és a dir, als valors freqüencials.

Mitjançant diferents assajos, es vol incidir en qualitats específiques de la veu, amb la intenció de poder analitzar les variacions d'aquestes qualitats vocals. En concret, es vol treballar amb la vibració pura de les cordes vocals i determinar si a partir de l'estimació d'aquesta podem definir i millorar la pròpia veu cantada. A la vegada, també es vol investigar els efectes de la ressonància del tracte vocal en l'emissió del so.

Finalment, dir que aquest projecte no hauria estat possible sense la constant ajuda i motivació que he rebut per part de les distintes entitats pertanyents al món musical que m'envolten. Vull agrair la participació de l'Escola d'Arts Escèniques, Coco Comin, a través de la col·laboració dels seus professionals en l'àmbit del cant: Joaquín Catalán i Muntsa Rius. També vull donar les gràcies a l'Escola de Música de Martorell i al seu professorat per aconsellar-me i donar-me suport en tot moment. I per últim, vull agrair a la meva tutora del Treball de Recerca, Montse Ariza, la seva constant orientació i disposició, essencials per a un correcte desenvolupament del projecte d'investigació.

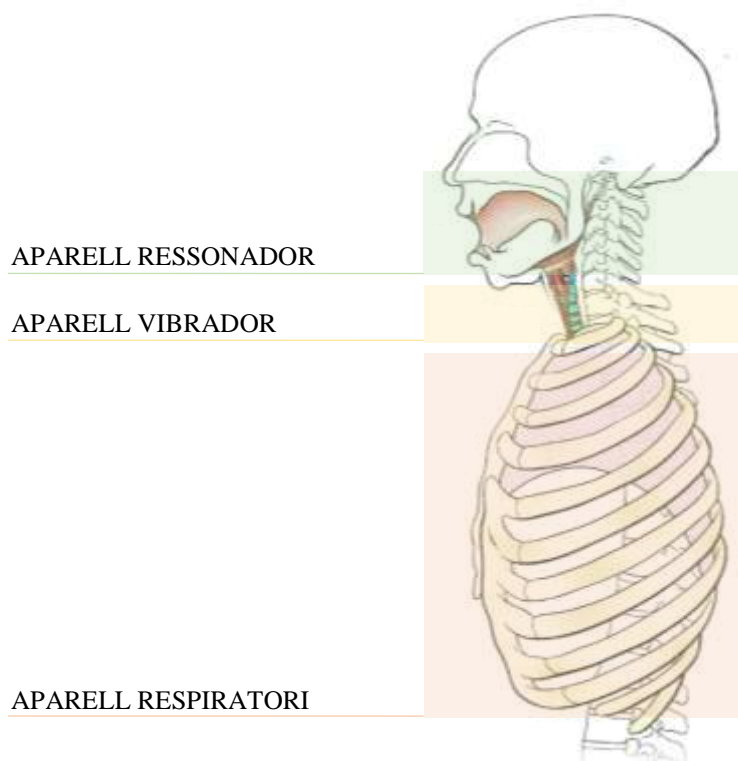
1. LA FONACIÓ

La fonació és el procés mitjançant el qual es produeix la veu. És gràcies a un determinat treball muscular que podem arribar a emetre sons pròpiament intel·ligibles.

La veu es produeix gràcies a l'acció coordinada de les diferents regions anatòmiques associades a l'anomenat sistema fonador.

Aquest està constituït per tres parts fonamentals: l'aparell respiratori, que regula el flux i la pressió de l'aire; l'aparell vibrador, que transforma l'aire en so per acció de les cordes vocals; i l'aparell ressonador, que amplifica i modifica aquest so segons la condició de les cavitats ressonadores.

Cada un dels aparells que componen el sistema fonador porten a terme una funció ben diferenciada, però sempre actuant de forma complementària entre ells per donar lloc a l'emissió d'un so homogeni.¹



1 Aparells del sistema fonador.

¹ Dimon, T. (2011). Your Body, Your Voice. Berkeley: North Atlantic Books (pàg. 29)

1.1. APARELL RESPIRATORI

La respiració és un acte vital que realitza un senzill intercanvi de gasos entre l'interior i l'exterior de l'organisme. Aquesta acció està impulsada per la necessitat d'incorporar oxigen a la sang, ja que actua com a combustible per al cervell, els músculs i els òrgans.

L'aparell respiratori és el conjunt encarregat de portar a terme l'oxigenació del cos. Per tant, concentrant-nos únicament en la circulació de l'aire, fet que intervé en la fonació, podem dividir l'acció respiratòria en dues parts diferenciades: la inspiració i l'expiració.

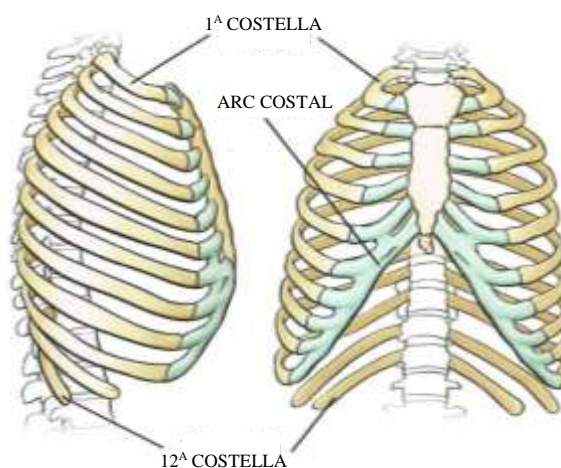
1.1.1. INSPIRACIÓ

La inspiració és el procés a través del qual introduïm l'oxigen als pulmons fent que aquests s'eixamplin. L'acció s'inicia amb l'increment del volum de la cavitat toràctica, que genera una pressió negativa al tòrax. El cos, per restablir els valors normals de pressió, emprarà l'única comunicació que té el tòrax amb l'exterior, el sistema pulmonar. Permetrà l'entrada d'aire a l'organisme a través de la tràquea i els bronquis, aconseguint així reduir la pressió diferencial. Durant aquest procés hi ha canvis volumètrics en la caixa toràctica i aquesta variació la trobem condicionada principalment pel moviment de dues estructures: la caixa toràctica i el diafragma.

A. Caixa toràctica

La caixa toràctica està integrada per vint-i-quatre costelles, dotze a cada costat del cos, i els músculs associats.

A la part posterior del tors hi trobem la columna vertebral amb les seves respectives vèrtebres dorsals de les quals parteixen les costelles, que en la seva trajectòria s'inclinen cap avall i cap endavant. Les unions de les costelles amb la columna vertebral estan articulades, fet que atorga mobilitat al conjunt toràctic.²

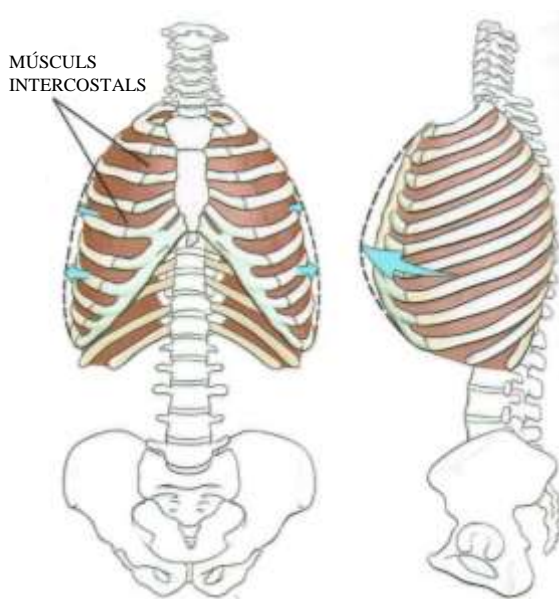


² Anatomia de la caixa toràctica.

² Dimon, T. (2011). Your Body, Your Voice. Berkeley: North Atlantic Books (pàg. 42)

Trobem que els set primers parells de costelles s'uneixen directament a l'estern. En els tres parells següents, trobem les costelles associades entre si formant un arc cartilaginós sota l'estern, l'anomenat arc costal. Les dues costelles restants floten lliurement, ja que no arriben a unir-se per la part davantera.

Les costelles consten d'una estructura constituïda per dos segments: el posterior; d'estructura òssia i major en longitud, i l'anterior; d'estructura cartilaginosa i flexible.³



3 Moviment de les costelles durant la inspiració.

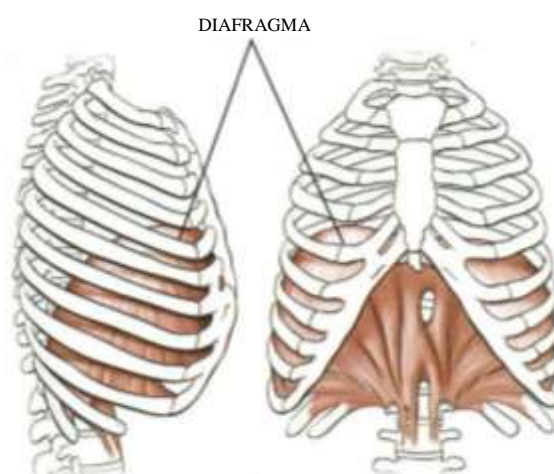
Durant la inspiració la caixa toràcica pateix una lleugera elevació i rotació de les costelles a causa de la contracció dels músculs intercostals.

Les costelles superiors s'eixamplen cap endavant causant l'augment del diàmetre anteroposterior de la caixa toràcica i les costelles inferiors es dirigeixen cap a ambdós laterals fent augmentar el diàmetre transversal.

B. Diafragma

És un múscul amb forma de cúpula que separa el contingut de la cavitat toràcica del de l'abdominal.

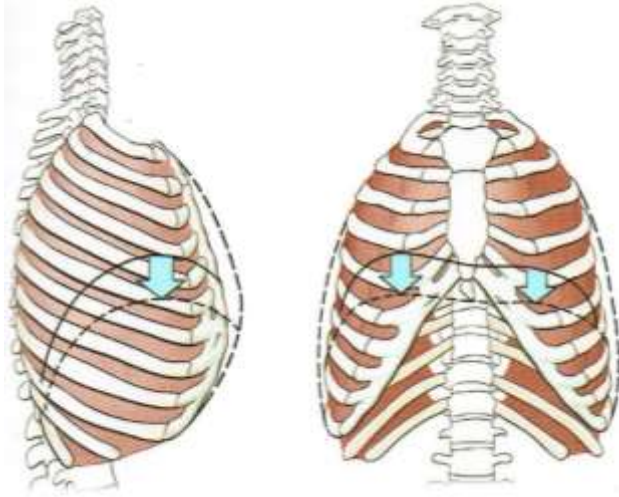
El trobem adherit a tot l'interior del tòrax, com una membrana. S'insereix en diversos punts de la caixa toràcica a: l'estern, les vores costals, la 10a i 11a costella, els lligaments de la paret abdominal i les vertebres lumbars.⁴



4 Anatomia del múscul diafragmàtic.

³ Dimon, T. (2011). Your Body, Your Voice. Berkeley: North Atlantic Books (pàg. 39)

⁴ Dimon, T. (2011). Your Body, Your Voice. Berkeley: North Atlantic Books (pàg. 41)



5 Moviment del diafragma durant la inspiració.

A l'inflar els pulmons d'aire, el diafragma es contrau i es desplaça cap avall aplanant-se. Aquest descens causa l'augment del diàmetre vertical del tòrax. El múscul empeny les vísceres de l'interior de la cavitat abdominal fent que la paret de l'abdomen, que està relaxada, sobresurti cap fora per recuperar l'espai ocupat pel moviment diafragmàtic.⁵

1.1.2. EXPIRACIÓ

L'expiració és el procés que finalitza el cicle respiratori amb l'expulsió del diòxid de carboni contingut als pulmons. L'evacuació d'aquest aire és la conseqüència del moviment de diverses estructures, que han intervingut anteriorment en la inspiració. Concentrant-nos en l'actuació dels músculs implicats, fet que condiciona la sortida d'aire, podem definir l'expiració com un fenomen passiu o actiu.

En l'**expiració passiva** disminueixen tots els diàmetres del tòrax sense la intervenció de la contracció muscular. La cavitat toràctica torna a recobrar la seva forma anterior. Les costelles tornen a la seva posició inicial i la musculatura intrínseca es relaxa. El diafragma ascendeix de forma laxa desencadenant la sortida d'aire intrapulmonar.

En l'**expiració activa**, característica de la fonació, es porta a terme el mateix procediment que en la passiva però amb la contracció de la musculatura abdominal per a regular la sortida d'aire.

A. Musculatura abdominal

L'abdomen és la porció del tronc compresa entre el tòrax i la pelvis. Els músculs abdominals es situen a la paret anterior i a les laterals de l'abdomen. Es caracteritzen per ser músculs plans i grans que subjecten fortament les vísceres abdominals.

⁵ Dimon, T. (2011). Your Body, Your Voice. Berkeley: North Atlantic Books (pàg. 41)

Durant el procés actiu de l'expulsió de l'aire, els músculs de l'abdomen es contrauen mentre el diafragma es relaxa. L'acció de la musculatura provoca l'augment de la pressió intraabdominal. Les vísceres que es troben a l'interior de l'abdomen es comprimeixen per l'increment de pressió i empenyen el diafragma provocant el seu ascens. Aquest comprimirà els pulmons fent créixer la seva pressió interna. Un cop la pressió sigui suficient, es produirà l'obertura de la laringe, que fins al moment impedia el pas de l'aire, provocant la instantània vibració de les cordes vocals contingudes en aquesta. ⁶



6 Musculatura activa en l'expiració durant l'emissió vocal.

⁶ Dimon, T. (2011). *Your Body, Your Voice*. Berkeley: North Atlantic Books (pàg. 46)

1.2. APARELL VIBRADOR

L'aparell vibrador és l'encarregat de produir les ones sonores. Aquest està constituït únicament per la laringe, un òrgan de forma tubular que comunica la tràquea amb la faringe, és a dir, associa l'aparell respiratori amb el ressonador.

1.2.1. LARINGE

La laringe du a terme diferents **funcions**, i aquestes estan directament relacionades amb els processos en els que intervé: respiració, deglució i fonació.⁷

En l'acció respiratòria la laringe es manté oberta durant la inspiració i l'expiració de l'aire. En la deglució aquesta es tanca per evitar l'entrada de qualsevol aliment o líquid als pulmons. En la fonació, en canvi, la laringe actuarà de forma activa interferint i modificant el procés respiratori habitual.

Per a l'emissió de so, l'aire passa per la laringe sense cap obstacle inflant els pulmons. Seguidament es tanca per incrementar la pressió intrapulmonar i poder expulsar-lo amb més força. Durant l'expiració controlada, les vores dels plects vocals continguts a la laringe, s'apropen entre si, de manera que l'aire que surt dels pulmons passa per una obertura estreta. Aquest fet fa vibrar les cordes vocals generant ones sonores, que seran modificades per les cavitats ressonadores abans de la seva emissió final.



7 Vibració de les cordes vocals.

La laringe està formada per diversos cartílags que es troben articulats entre si. Entre tots ells, n'hi ha tres que componen la seva **estructura principal**.

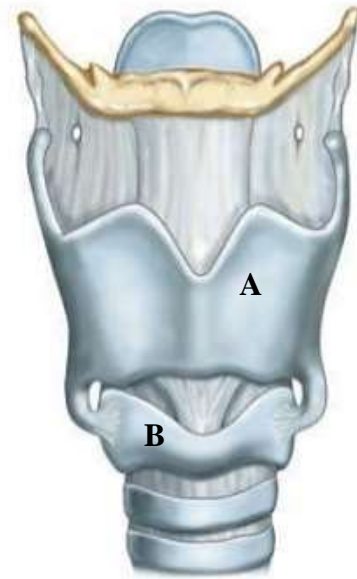
⁷ Dimon, T. (2011). Your Body, Your Voice. Berkeley: North Atlantic Books (pàg. 56)

A. Tiroide

Cartílag que constitueix la major part de la paret anterior i lateral de la laringe, embolicant parcialment a la resta de cartílags. Està format per dues làmines simètriques que s'uneixen entre si per la part davantera formant l'anomenada nou del coll.⁸

B. Corticoides

Cartílag que constitueix la part inferior de la laringe i té forma d'anell. Està situat sota el tiroide i s'adhereix a ell per la part posterior, on és més ample, quedant posicionat entre ambdós làmines laterals del cartílag en qüestió.

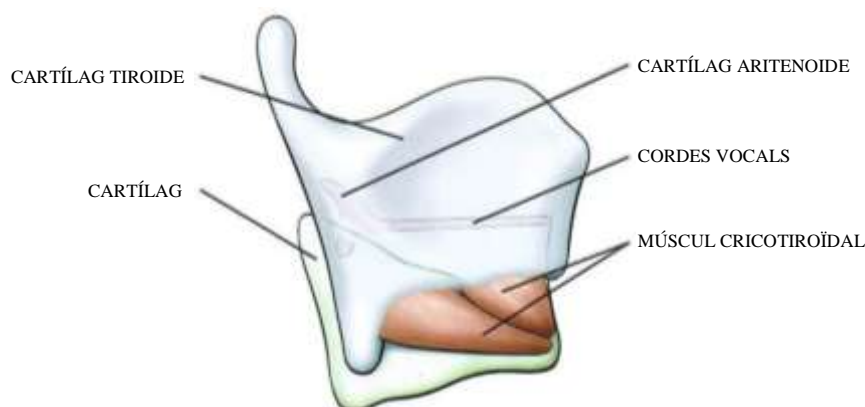


8 Cartílags que formen la laringe.

C. Aritenoide

Dos cartílags simètrics situats a l'interior del tiroide i recolzats sobre el corticoides. Tenen forma de piràmide i en ells s'adhereixen les cordes vocals.

Les **cordes vocals** estan situades dins d'aquesta estructura cartilaginosa, concretament a l'interior del cartílag tiroide. Per la part anterior, les trobem adherides a aquest. Per la part posterior, estan unides a dos parts mòbils, els cartílags aritenoides. La musculatura intrínseca d'aquesta conformació actua coordinadament amb cada una de les parts, per atorgar moviment als plec vocals. Podem dividir els músculs de la laringe en tres categories: obridors i tancadors, dilatadors i tensors.⁹



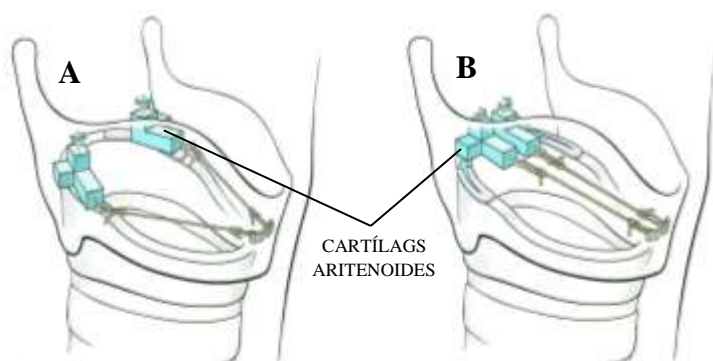
9 Anatomia extrínseca dels plec vocals.

⁸ <https://es.slideshare.net/CarlosAndresOG/anatoma-de-la-laringe-vasos-nervios-cartilagos-musculos>

⁹ Dimon, T. (2011). Your Body, Your Voice. Berkeley: North Atlantic Books (pàg. 55)

OBRIDORS I TANCADORS

L'actuació d'aquesta musculatura conformarà l'obertura i el tancament de les cordes vocals. En primer lloc, trobem que la base dels cartílags aritenoides s'articula amb el cartílag corticoides. Per acció del múscul cricoaritenoidal posterior i el lateral, aquestes articulacions donaran lloc a dos moviments: el lliscament dels aritenoides sobre el corticoides i la rotació dels aritenoides al voltant d'un eix vertical. Al produir-se consecutivament aquests desplaçaments, parlarem de la vibració de les cordes.¹⁰



10 Moviment aritenoidal.

A) Els aritenoides roten per obrir els plecs vocals.

B) Els aritenoides llisquen l'un cap a l'altre per tancar o apropar els plecs vocals.

DILATADORS

L'acció d'aquesta musculatura regula el to del so emès, a través de la dilatació de les cordes vocals. Els músculs implicats són els cricotiroidals, que estan situats a ambdós costats dels cartílags tiroide i corticoides, a la vegada, que es troben units a ells. Al contraure's, s'inclina l'extrem frontal del cartílag tiroide apartant-se del corticoides. Com que les cordes vocals les trobem unides per un extrem al tiroide i per l'altre als aritenoides, que estan sobre el corticoides, al separar-se ambdós cartílags es dilataran o allargaran els plecs vocals. A l'augmentar la tensió d'aquests, augmenta la velocitat de les seves vibracions, amb el que puja el seu to.¹¹



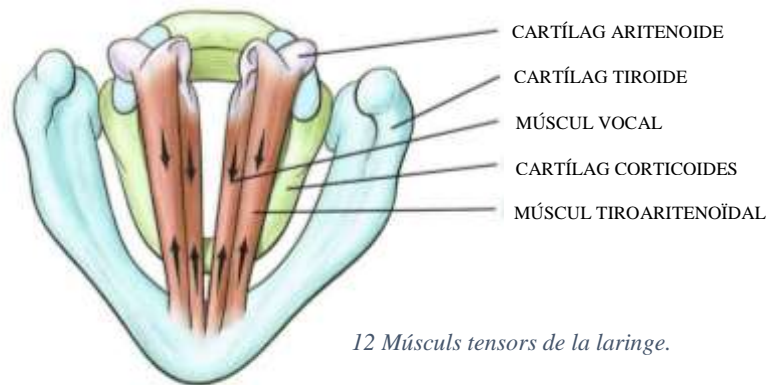
11 Joc de la musculatura cricotiroidal.

¹⁰ Dimon, T. (2011). Your Body, Your Voice. Berkeley: North Atlantic Books (pàg. 54)

¹¹ Dimon, T. (2011). Your Body, Your Voice. Berkeley: North Atlantic Books (pàg. 55)

TENSORS

L'actuació d'aquesta musculatura afectarà a l'emissió vocal de tres maneres diferents. Aquestes variacions les determinen les pròpies cordes vocals compostes de fibres musculars, és a dir, els músculs vocals. En primer lloc, al contraure's, els plecs vocals es resisteixen a la dilatació conservant així el seu gruix i donant lloc a una emissió més plena. En segon lloc, els plecs vocals es relaxen, i es deixen dilatar passivament, cosa que genera un to més agut. Per últim, al contraure's suaument, aquests músculs són capaços de vibrar de manera més eficaç que quan estan completament laxos.¹²



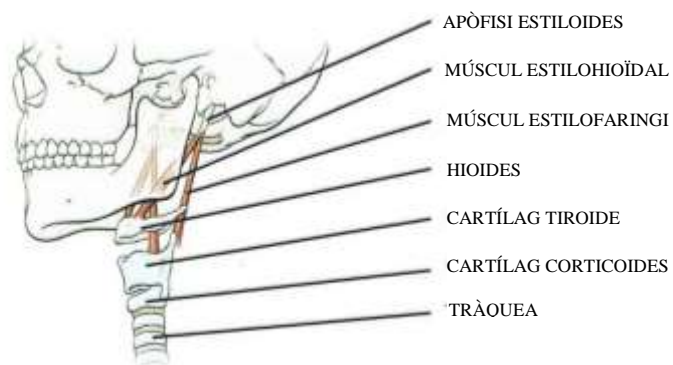
12 Músculs tensors de la laringe.

Per altra banda, les cordes vocals conjuntament amb els músculs tiroaritenoidals o cordes falses, es poden contraure amb força suficient per tancar completament la laringe.

1.2.2. SUSPENSÍO DE LA LARINGE

La laringe i tots els seus constituents intrínsecs estan fixats per lligaments i músculs, a través dels quals es troben suspesos principalment del crani entre d'altres ossos. Aquestes fibres musculars atorguen flexibilitat i mobilitat al conjunt.¹³

Per tant, la laringe està externament sustentada a tres **estructures òssies** distintes que s'uneixen entre si gràcies a la musculatura extrínseca.



13 Laringe i hioides suspesos de l'apòfisi estiloides.

¹² Dimon, T. (2011). Your Body, Your Voice. Berkeley: North Atlantic Books (pàg. 56)

¹³ Dimon, T. (2011). Your Body, Your Voice. Berkeley: North Atlantic Books (pàg. 62)

A. Apòfisi estiloides

Dos ossos amb forma punxeguda vertical que parteixen de la superfície interior de l'os temporal del crani, situat sota l'orella.

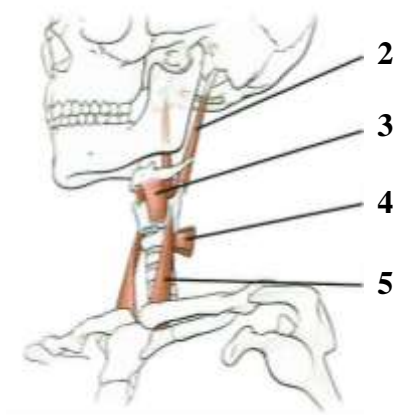
B. Hioides

Os amb forma de ferradura, situat a la part anterior del coll, per sota de la llengua i per sobre del cartílag tiroides.

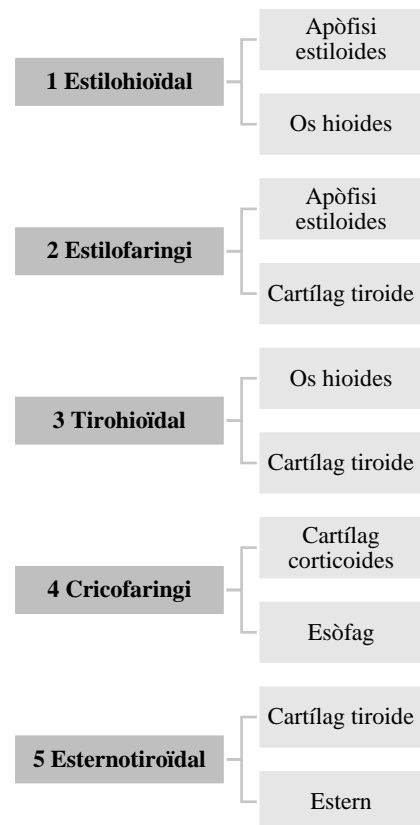
C. Estern

Os situat a la part anterior del tòrax, al mig de la caixa toràcica, en posició vertical.

En aquestes conformacions òssies s'hi adhireixen els cinc **músculs fonamentals** per a la sustentació de la laringe. Aquests uneixen i subjecten tota la seva estructura cartilaginosa, controlant així els diversos moviments antagònics que realitzen.¹⁴



14 Músculs supressors de la laringe que tiren d'ella des de diverses direccions.



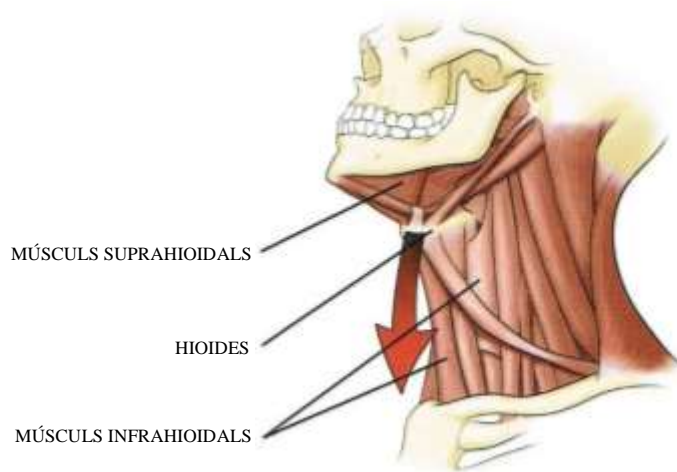
La musculatura extrínseca de la laringe està composta per una gran quantitat de músculs que actuen de forma coordinada. S'encarreguen de realitzar diversos desplaçaments, però principalment de determinar els moviments d'ascens o descens de la laringe, per tant, els trobem dividits en dos grups.

¹⁴ Dimon, T. (2011). Your Body, Your Voice. Berkeley: North Atlantic Books (pàg. 62)

Per una banda, tenim els **músculs suprahioidals**, que estan situats per sobre l'os hioides i la seva funció consisteix en elevar la laringe.

Per a l'altra, trobem els **músculs infrahioidals**, que estan situats per sota l'os hioides i la seva funció és produir el descens de la laringe.

Ambdós conjunts musculars, en la producció de la veu, treballen com una unitat cooperant entre si. Tiren des de diverses direccions amb joc antagònic per mantenir la dilatació de la laringe i fer-la funcionar de manera òptima a l'hora de l'emissió vocal.¹⁵



15 Els músculs de la gola deprimeixen la laringe i tiren del crani.

¹⁵ Dimon, T. (2011). Your Body, Your Voice. Berkeley: North Atlantic Books (pàg. 64)

1.3. APARELL RESSONADOR

L'aparell ressonador està format per les diferents cavitats que trobem per sobre la laringe. Aquestes s'encarregaran de modificar les vibracions generades per les cordes vocals, per tal de modelar i amplificar la veu. El so que emetem el trobem condicionat, per damunt de tot, per les característiques anatòmiques d'aquestes cavitats, ja que defineixen els matisos principals de la veu. En podem distingir tres de ben diferenciades: la faringe, la boca i les fosses nasals.

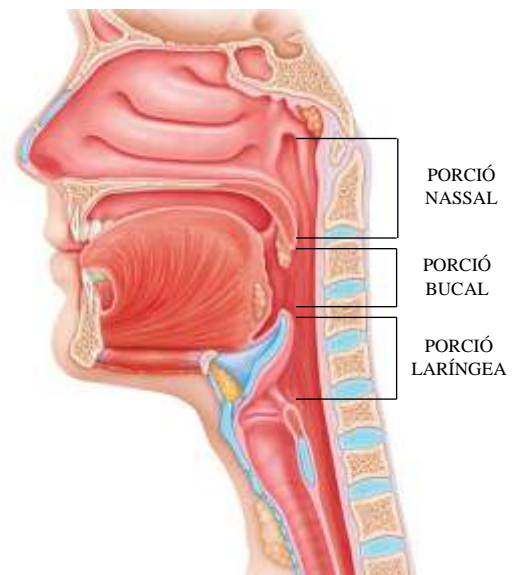
Els ressonadors els trobem dividits en dos col·lectius. En primer lloc, tenim els mòbils, la faringe i la boca, que poden modificar la seva forma adaptant-se així al so que es produeix. En segon lloc, trobem els ressonadors fixes, les fosses nasals, que no poden variar la seva forma voluntàriament.

1.3.1. FARINGE

La faringe és un òrgan de forma tubular que està situat darrera de la cavitat nasal, la bucal i de la laringe. Intervé en la deglució i en la respiració, encarregant-se de connectar les fosses nasals i la boca amb la laringe i l'esòfag. Trobem la faringe dividida en tres porcions segons amb la cavitat que s'associa: la porció nasal, la bucal i la laríngia.

A la regió superior d'aquesta estructura hi distingim la **porció nassal**, posicionada darrera les fosses nasals i delimitada inferiorment pel vel del paladar.

En un segon terme, trobem la **porció bucal**, que connecta amb la boca per la part anterior d'aquesta. Està definida pel paladar tou a la regió superior fins a l'epiglòtis.

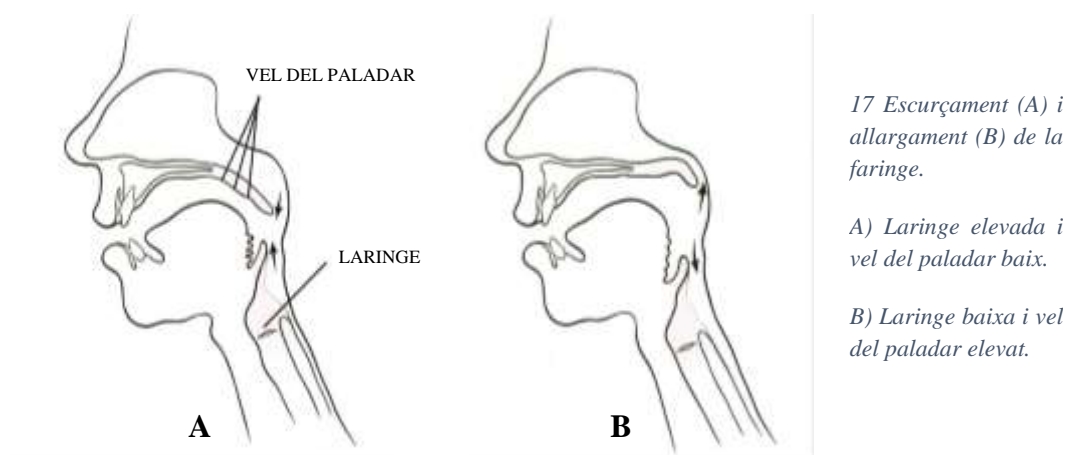


16 Parts constituents de la faringe.

Per últim, des del cartílag epiglòtis fins a les obertures de la laringe i l'esòfag hi distingim la **porció laríngia**.¹⁶

La paret faríngia està constituïda pels músculs elevadors i constrictors de la faringe, que participen de forma laxa en la fonació, ja que la seva actuació no eixampla la cavitat.

La faringe actua com a ressonador de la veu. La seva grandària està estretament relacionada amb aquest fet, ja que condiciona la qualitat del so. Són dos els factors externs que ajuden a variar parcialment la seva mida: el moviment laringi i el moviment del paladar tou.¹⁷



MOVIMENT LARINGI

Els desplaçaments de la laringe modifiquen directament la magnitud de la porció laríngia de la faringe. Per a incrementar el seu volum, la laringe ha de baixar provocant l'increment de l'obertura de la cavitat faríngia.

MOVIMENT DEL PALADAR TOU

L'actuació del vel del paladar condiciona de manera crucial l'emissió de la veu. Aquest és una formació fibromuscular mòbil que conforma la continuació del paladar ossi o dur. Constitueix una separació parcial entre la porció nasal i l'oral de la faringe.

La musculatura del paladar tou és l'encarregada de permetre el pas o no de l'aire o qualsevol substància a la cavitat nasal. Per una banda, el podem trobar tensat i elevat, adherint-se a la paret posterior de la faringe i anul·lant les fosses nasals com a possible

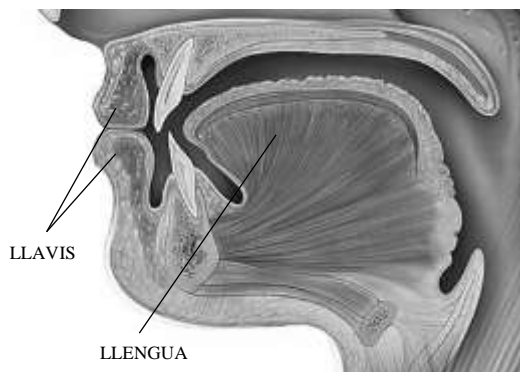
¹⁶ <http://www.paxala.com/la-faringe/>

¹⁷ Dimon, T. (2011). *Your Body, Your Voice*. Berkeley: North Atlantic Books (pàg. 107)

ressonador. Per a l'altra, el podem trobar relaxat, deixant que ressoni l'aire a la cavitat nasal. Per a que la faringe augmenti el seu volum, el paladar ha d'estar actiu, bloquejant els sons nasals, i fent que el ressonador per excel·lència sigui la boca.

1.3.2. **BOCA**

La boca és el principal ressonador de la veu. L'obertura desenvolupa un paper bàsic en l'emissió del so, mitjançant els canvis posturals de: els llavis, la mandíbula, la llengua i el vel del paladar. Aquestes estructures actuen de forma coordinada entre elles per tal d'obtenir una ressonància eficient que s'adaptarà al so que es vulgui produir.¹⁸



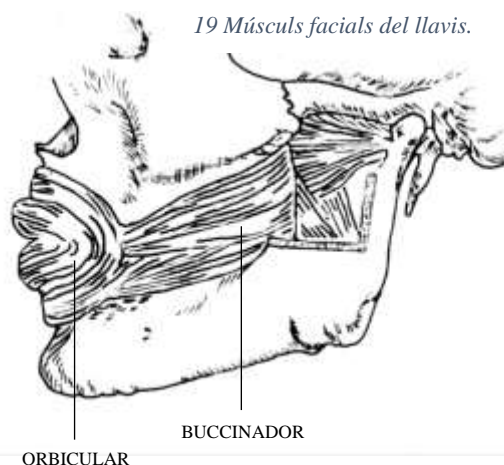
18 Parts constituents de la boca.

Per tant, la cavitat bucal és un condicionant directe tant de la intensitat i el volum final de la veu, com de l'articulació dels diversos sons de la parla. El moviment organitzat de les conformacions que la constitueixen descriuran les característiques tímbriques.

A. **Els llavis**

El llavi és un replegament musculocutani membranós que limita l'obertura bucal. S'uneixen lateralment formant la comissura del llavis i definint l'angle de la boca. L'encarregada d'atorgar moviment al conjunt és l'anomenada musculatura facial dels llavis. Aquesta és molt nombrosa i està constituïda de petits músculs subcutanis responsables de les distintes expressions, però d'entre tots, en podem destacar dos: el múscul orbicular de la boca i el buccinador. Aquests dos músculs són els que duen a terme els moviments més significatius per tal de variar la postura labial.¹⁹

El múscul orbicular el trobem situat com un esfínter al voltant dels llavis i fa que la boca s'obri de forma circular.



19 Músculs facials del llavis.

¹⁸ <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commc>

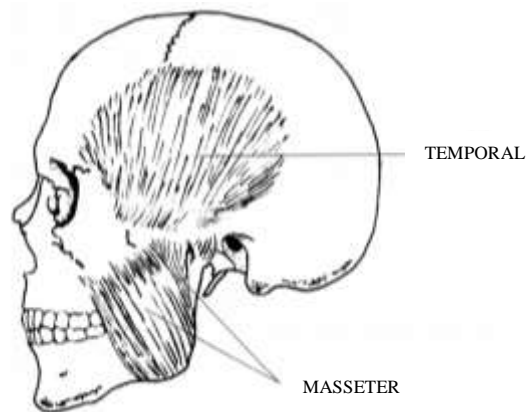
¹⁹ <http://www.medicinadelcant.com/cast/1.pdf>

El buccinador està tirant de la comissura dels llavis i determina l'obertura horitzontal de la boca.

B. Mandíbula

La mandíbula és un os de la cara, pla, imparell, central i simètric, en forma de ferradura que està directament relacionat amb l'obertura de la boca segons la seva posició.

L'articulació temporomandibular, situada entre la mandíbula i l'os temporal del crani, s'encarrega del seu ascens i descens. Aquesta part del crani està subjectada per la musculatura de masticació que té com a acció principal conjunta elevar la mandíbula tancant així la boca. Quan aquests músculs es troben relaxats es produeix el seu descens.²⁰



20 Músculs de la masticació.

Els principals involucrats són el masseter i el temporal. Per tant, l'obertura de la boca sense tensions és clau per tal de crear una cavitat de ressonància adequada en la fonació.

C. La llengua

La llengua és un òrgan musculós situat al terra de la boca que el trobem implicat en diversos processos. La musculatura de la llengua es divideix en extrínseca i intrínseca. Els músculs intrínsecs es troben a l'interior de la llengua i varien la seva forma. Per altra banda, els extrínsecs uneixen la llengua a les diferents porcions òssies i actuen canviant la seva posició dins la boca, tot i que també poden determinar canvis en la seva forma.

Per tant, aquest òrgan musculós està constituït per cinc regions: l'arrel, el cos de la llengua, el vèrtex o punta, el dors (en contacte amb el paladar dur) i el revers (en contacte amb el terra de la boca).

En la fonació la llengua ha de situar-se al fons de la boca per adequar el volum i la forma d'aquesta cavitat al so produït. No s'han d'adoptar posicions forçades que provoquin una tensió muscular, ja que això dificulta l'emissió vocal.

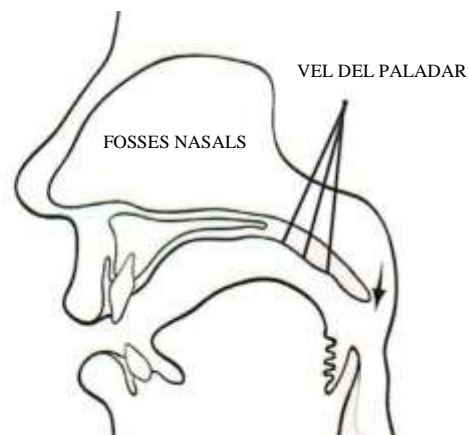
²⁰ <http://www.medicinadelcant.com/cast/1.pdf>

1.3.3. FOSES NASALS

Les fosses nasals són dues cavitats que estan situades sota el crani i sobre la cavitat bucal, de la qual es troben separades pel paladar. Presenten una paret interna anomenada septe nasal que separa la fossa esquerra de la dreta. Aquestes es comuniquen posteriorment amb la porció nasal de la faringe i anteriorment amb l'exterior per a la sortida i entrada de l'aire a través d'uns orificis anomenats narius.

Per tant, la cavitat nasal està constituïda per: el nas, la part superficial i anterior de les fosses nasals, de naturalesa principalment cartilaginosa i recoberta per pell, i les pròpies fosses nasals, dues cavitats òssies excavades a l'interior del crani recobertes de mucosa. També trobem unes cavitats aèries annexes, els sins paranasals, que es troben a l'interior dels ossos del crani i contribueixen en la pròpia percepció de l'àrea interna nasal en la seva totalitat.

La cavitat nasal pot estar separada total o parcialment de la cavitat bucal per l'actuació del vel del paladar. En la fonació, per que aquesta actuï com a cavitat de ressonància és necessari que el paladar tot es trobi relaxat per tal de deixar circular l'aire per aquesta regió. L'aire pot ressonar en ambdues fosses nasals, ja que poden actuar com a caixes de ressonància independents. Per a produir els sons nasals l'aire passa per la part més alta i estreta de les fosses, on el recorregut que realitza és més llarg permetent així que ressoni.²¹



21 Fosses nasals com a cavitats ressonadores actives gràcies al lax descens del vel del paladar.

²¹ Dimon, T. (2011). *Your Body, Your Voice*. Berkeley: North Atlantic Books (pàg. 107)

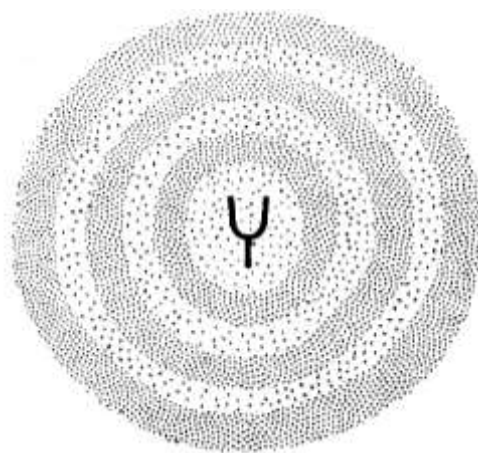
2. EL SO

El so que produïm a partir de la fonació és un element físic que engloba dues possibles percepcions. Per una banda, el so el podem definir com a una sensació auditiva produïda per diverses pertorbacions en l'aire. Per altra, en física, es fa referència a les pertorbacions per si mateixes i no a les sensacions que produeixen.

2.1. ONES SONORES

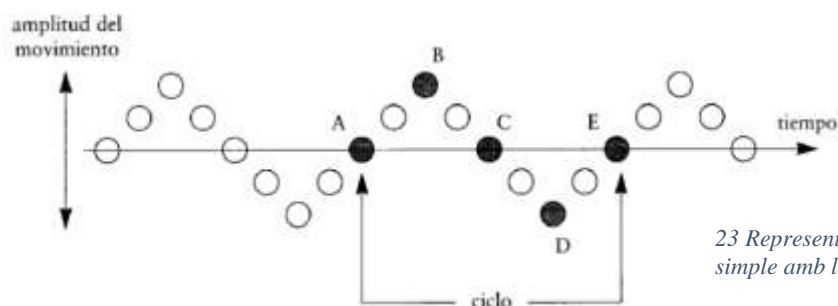
En la fonació, el successiu pas de l'aire per la glotis al ritme d'obertura i tancament dels plecs vocàlics, dona lloc a les anomenades ones sonores.

Per a la seva producció, les molècules d'aire han d'entrar en vibració. La pertorbació vibratòria causada es propaga en forma d'una sèrie de compressions i rarefaccions alternes que afectaran a cadascuna de les partícules del potencial medi material. La fase del cicle vibratori de l'ona en què la pressió aèria augmenta serà la compressió. En canvi, la rarefacció, constituirà la fase del cicle on es produirà el descens d'aquesta pressió.²²



22 Compresió i rarefacció de les molècules d'aire produïdes per la vibració d'un diapasó

L'oscil·lació d'una d'aquestes partícules rep el nom de cicle. El temps que triga l'ona en completar la porció que constitueix aquest cicle es coneix com a període. La freqüència expressa el nombre de cicles per segon i la seva unitat de mesura és l'hertz (Hz).²³



23 Representació d'una ona simple amb les parts constituents.

²² Borden, G. J. i Harris, K. S. (1980). Speech science primer. Physiology, acoustics and perception of speech. Baltimore: Williams and Wilkins.

²³ Gil, J. (1988). Los sonidos del lenguaje. Madrid: Síntesis.

En aquest cas, els humans i d'altres animals percebem el so a mitjançant el sentit de l'oïda. Generalment es considera que els sons audibles per a l'oïda humana són els que tenen una freqüència compresa entre els 20 i els 20.000 Hz.

Podem dividir les ones sonores en dos blocs segons el nombre de perturbacions simultànies que emeten: les ones sonores simples i les ones sonores compostes.

2.1.1. ONES SONORES SIMPLES

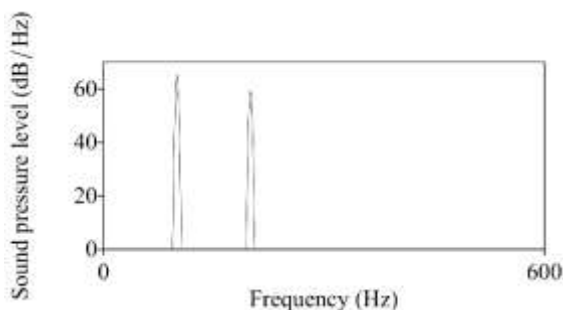
Les ones simples les trobem caracteritzades per una sola perturbació vibratòria que es repeteix a intervals constants i que produeix un so pur. L'ona sonora és el resultat de la vibració de les molècules de l'aire i es pot definir en funció de l'amplitud, la freqüència i el temps durant el qual porta a terme el moviment.

Aquesta tipologia de so no és gaire freqüent, ja que la immensa majoria d'ones sonores són compostes i estan constituïdes per diversos sons purs.

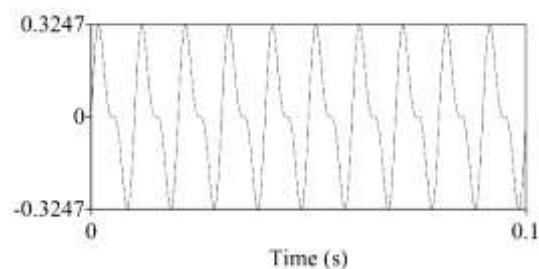
2.1.2. ONES SONORES PERIÒDIQUES COMPOSTES

Les ones sonores compostes produïdes a la glotis són el resultat de l'addició d'un número determinat d'ones simples. Les entenem com a una superposició de varies ones simples. Es tracten de diversos tons purs que conjuntament en creen un de complex. Les diverses ones components són múltiples de l'anomenada freqüència fonamental (F0) i les anomenem sons harmònics.

Les ones que es generen són periòdiques ja que repeteixen el mateix cicle a intervals regulars de temps.^{24 25}



25 Espectre: Ona sonora composta 100Hz + 200Hz



24 Oscil-lograma: Ona sonora composta 100Hz + 200Hz

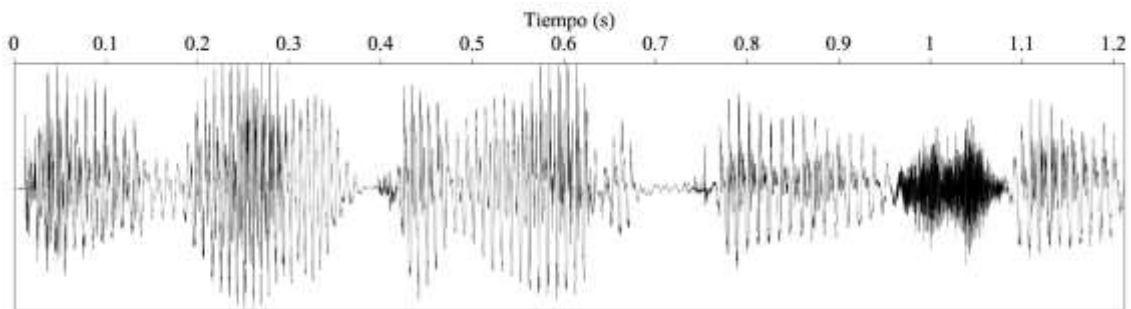
²⁴ http://liceu.uab.es/~joaquim/phonetics/fon_anal_acus/met_anal_acust.html

²⁵ http://liceu.uab.es/~joaquim/phonetics/fon_anal_acus/met_anal_acust.html

2.2. REPRESENTACIONS DE L'ONA SONORA

2.2.1. OSCIL·LOGRAMA

L'oscil·lograma és una representació de les constants variacions d'amplitud en l'emissió vocal al llarg del temps. L'amplitud la trobem indicada a l'eix vertical i el temps a l'eix horitzontal. El gràfic expressa analíticament la sonoritat, l'amplitud (intensitat), la duració, les pauses, l'accent, la velocitat d'elocució i el ritme.²⁶

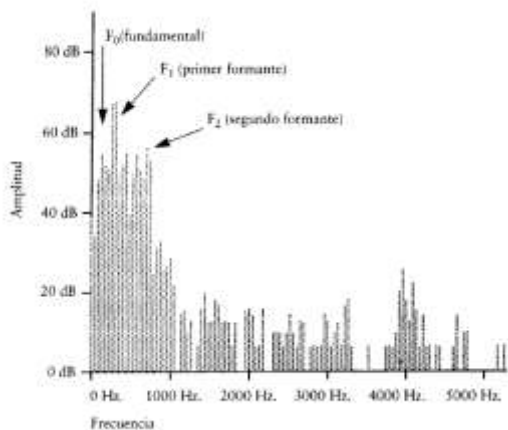


26 Oscil·lograma o forma de ona.

2.2.2. ESPECTRE

ESPECTRE FFT

FFT, *Fast Fourier Transform* - Transformada Ràpida de Fourier.²⁷



27 Espectre (FFT) de la vocal u.

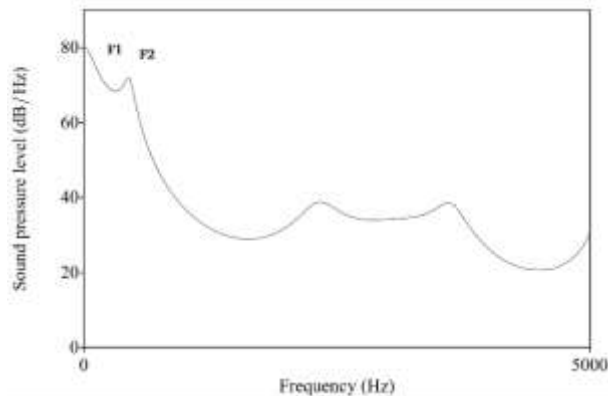
És una representació de la freqüència i l'amplitud dels harmònics en un instant de senyal vocal. La freqüència s'indica a l'eix horitzontal i l'amplitud a l'eix vertical. El gràfic analitza la sonoritat i l'estructura dels formants, un conjunt de freqüències reforçades per l'acció dels ressonadors en l'emissió de so.

²⁶ http://liceu.uab.es/~joaquin/phonetics/fon_anal_acus/met_anal_acust.html

²⁷ Gil, J. (1988). Los sonidos del lenguaje. Madrid: Síntesis.

ESPECTRE LPC

LPC, *Linear Predictive Coding* - Codificació per predicció lineal. ²⁸

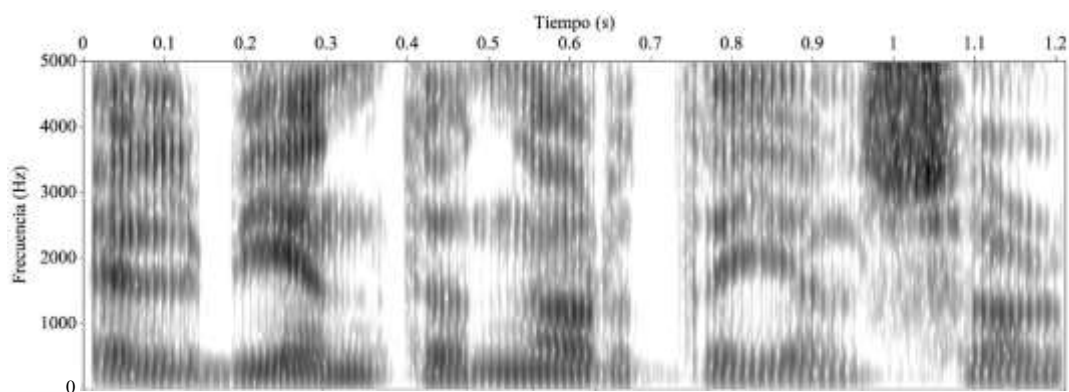


28 Espectre (LPC) de la vocal u.

És la representació de la freqüència i l'amplitud dels pics espectres que mostren les diferents ressonàncies del tracte vocal en un instant de senyal. El gràfic analitza l'estructura dels formants o timbre.

2.2.3. ESPECTROGRAMA

És la representació de la variació de les freqüències i l'amplitud del senyal al llarg del temps. La freqüència s'expressa a l'eix vertical, el temps a l'eix horitzontal i l'amplitud s'indica amb el nivell de grisos. El gràfic analitza la sonoritat, l'amplitud (intensitat), la duració, les pauses, l'accent, la velocitat d'elocució i el ritme. ²⁹



29 Espectrograma.

²⁸ Gil, J. (1988). Los sonidos del lenguaje. Madrid: Síntesis.

²⁹ http://liceu.uab.es/~joaquim/phonetics/fon_anal_acus/met_anal_acust.html

2.3. ANÀLISI ACÚSTICA DE LA VEU






La veu humana és una ona sonora composta que s'origina a partir dels diversos moviments del sistema físic implicat en la producció de la veu. Aquest està conformat per diversos sistemes anatòmics que actuen coordinadament i desenvolupen els corresponents processos fisiològics que constitueixen l'emissió vocal: la respiració, la fonació i la ressonància.

2.3.1. FREQÜÈNCIA FONAMENTAL

Dins del tracte vocal, és l'ona sonora simple de freqüència més baixa d'entre les que formen l'ona sonora composta pròpia de la fonació. La freqüència fonamental (F0) correspon a la freqüència en la qual s'obren i es tanquen els plecs vocàlics. Aquesta definirà el to de la veu en l'emissió vocal i la resta de freqüències es distribuiran al voltant seu ja que són múltiples de F0. Les diferents variacions de F0 al llarg del temps descriuen la corba melòdica.

2.3.2. HARMÒNICS

Un harmònic és una freqüència component d'una ona sonora composta que és múltiple de la freqüència fonamental (F0).³⁰

Freqüència fonamental	100 Hz	
Primer harmònic	100 x 2 = 200 Hz	
Segon harmònic	100 x 3 = 300 Hz	
Tercer harmònic	100 x 4 = 400 Hz	
Quart harmònic	100 x 5 = 500 Hz	

30 Freqüència dels harmònics.

³⁰ https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Harmonic_partials_on_strings.svg

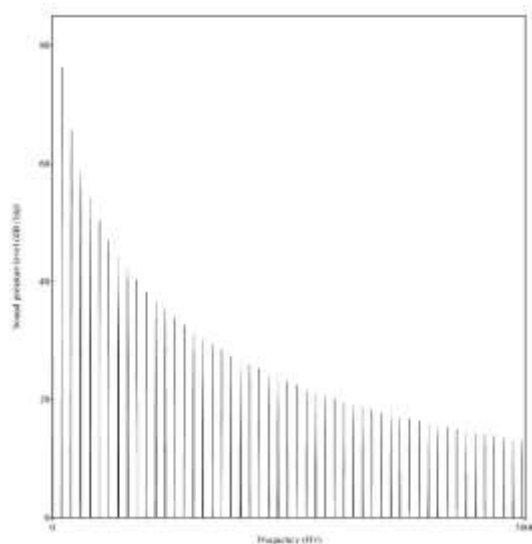
2.3.3. FORMANTS

L'espectre de l'ona sonora tal i com es produeix a la glotis presenta una amplitud que va disminuint en els harmònics a mida que augmenta la freqüència. És el pas de l'ona sonora per les cavitats supraglòtiques el que modifica l'amplitud d'aquests harmònics i aquest fet és degut al fenomen de la ressonància.

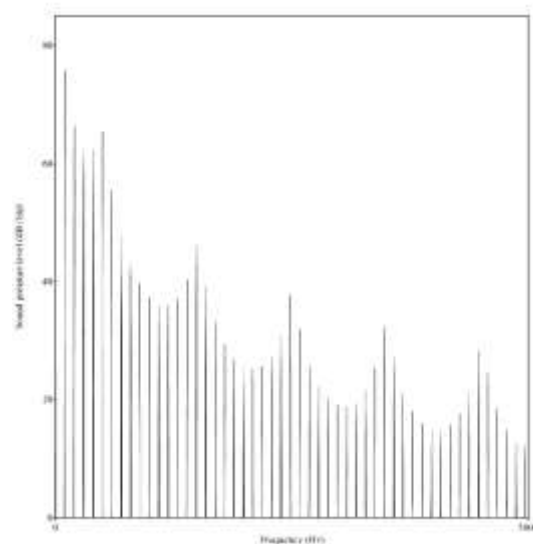
En l'emissió vocal, la ressonància duu a terme la modificació dels harmònics de l'ona sonora composta fent que en les distintes cavitats supraglòtiques es produeixi la vibració de les partícules d'aire contingudes.

Si les cavitats ressonadores són petites, es veurà reforçada l'amplitud dels harmònics d'alta freqüència, pel contrari, si són grans, augmentarà l'amplitud dels harmònics de baixa freqüència. La grandària d'aquestes cavitats queda alterada en funció de la posició adoptada per a l'articulació de cada determinat so.

En les ones sonores periòdiques compostes, es reforça l'amplitud de grups d'harmònics situats al voltat de l'anomenada freqüència fonamental. Cada una de les ressonàncies que s'obtenen configuren els formants.^{31 32}



32 Espectre de la ona sonora ($F_0 = 100$ Hz)



31 Efecte de la ressonància
($F_1 = 500$ Hz, $F_2 = 1500$ Hz, $F_3 = 2500$ Hz).

³¹ Gil, J. (1988). Los sonidos del lenguaje. Madrid: Síntesis.

³² Gil, J. (1988). Los sonidos del lenguaje. Madrid: Síntesis

3. ACÚSTICA DEL TRACTE VOCAL

El terme tracte vocal fa referència a la cavitat resultant dels moviments i variacions que duen a terme els diversos ressonadors en la producció de la veu. En aquest procés, les cordes vocals s'encarreguen de produir un so compost constituït per la freqüència fonamental (F0) i els harmònics pertinents, múltiples de F0. aquest so compost no constitueix el producte final que escoltem, sinó que abans és modificat per les cavitats de ressonància.

Les cavitats que intervenen en el tracte vocal són l'oral, la nasal, la faringe i la laringe. Dins d'aquestes trobem òrgans passius i òrgans actius. Els actius són: la llengua, la mandíbula, el vel del paladar i els llavis. En canvi, els passius són: les dents, el paladar dur i el maxil·lar superior. Segons les posicions i els moviments que efectuïn aquests òrgans articuladoris, el so produït per la laringe es veurà afectat d'una manera o d'una altra per la ressonància. Depenen de la configuració anatòmica de la regió que es modifiqui, el so produït serà diferent.

Els canvis anatòmics de les cavitats de ressonància els trobem definits principalment per dos factors: la llargària de les cavitats i els diferents diàmetres transversals al llarg d'aquestes. Els trets que defineixen l'estat d'aquests dos elements condicionants, s'expressen als valors resultants que assoleixen els formats en l'emissió vocal. Per tant, entenem els formants com les ressonàncies pròpies de cada una de les cavitats supraglòtiques que tenen la capacitat de vibrar. El formant és un pic d'intensitat en l'espectre d'un so, és a dir, la concentració d'energia que es dona en una determinada freqüència. Tècnicament els formants són bandes de freqüència on es concentra la major part de l'energia sonora d'un so. Cada una de les ressonàncies la trobem descrita pel centre de freqüència, l'amplada de banda i l'energia. Al modificar el tracte vocal aquests tres paràmetres es veuran afectats.

Per tant, podem afirmar que els harmònics provinents del so laringi es veuen reforçats o atenuats segons aquests formants. Els harmònics que s'aproximin més als valors dels formants seran més amplificats que els harmònics que es trobin més allunyats. Per a millorar el tracte vocal s'han de reforçar els harmònics que constitueixen el so i per a aconseguir-ho s'han de treballar els formants o ressonàncies, ja que com més properes siguin les seves freqüències més amplificat es trobarà cadascun dels harmònics.

3.1. VARIACIÓ DELS VALORS FORMÀNTICS

Els canvis dels valors dels formants depenen de la longitud de les cavitats ressonadores i dels respectius diàmetres transversals (constriccions o eixamplaments).

Si el tracte vocal fos un cilindre perfecte, des de les cordes vocals fins a l'obertura dels llavis hi hauria una mitjana de 17,5 cm de longitud i els quatre primers formants serien 500, 1500, 2500 i 3500 Hz. Si el tracte vocal fos més llarg o més curt, aquestes freqüències serien inferiors o superiors respectivament. Això ens mostra que el llarg del tracte vocal compleix un paper de gran importància en la determinació dels formants i per tant en la funció de transferència.

En relació a això, podem dir que hi ha dos formes bàsiques de baixar les freqüències de tots els valors formàntics:

- **Modificant la longitud de les cavitats ressonadores**

La primera forma és produint un allargament de les cavitats. Aquest pot ser realitzat per un descens laringi, una protrusió dels llavis, o ambdues juntes. En el cas oposat, si escurcem el tracte vocal produint una retrusió labial i elevant la laringe, els dos primers formants augmentaran el seu valor.

- **Modificant l'obertura de sortida de l'aire**

La segona manera de baixar tots els valors formàntics és a través d'un estrenyiment dels llavis. A mesura que els llavis s'uneixen entre si, el valor dels dos primers formants va descendint. I per contra, els formants augmentaran la seva freqüència tan aviat els llavis es distanciïn un de l'altre. Les veus més greus estan associades a un tracte vocal més llarg i més tancat, on els valors formàntics són baixos, mentre que les veus més agudes es produeixen amb tractes vocals més curts i oberts, on les freqüències dels formants són més altes.

A més de la longitud del tracte vocal, havíem assenyalat anteriorment que les freqüències formàntiques podien ser modificades d'acord als diferents diàmetres transversals del tracte vocal.

- **La contracció o la dilatació del conducte vocal**

Aquests moviments incideixen en la freqüència de tots els formants de manera diferent. Engloben principalment la posició mandibular i lingual:

3.1.1. PRIMER FORMANT (F1)

- L'obertura mandibular és decisiva per a la freqüència del primer formant, el qual augmenta amb l'obertura. La freqüència del segon formant és molt sensible a la forma del cos de la llengua i finalment la freqüència del tercer formant és sensible a la posició de l'apogeu lingual. El primer formant varia directament en relació a l'obertura mandibular, com més oberta estigui la mandíbula, més alt serà el valor de F1, i per tant com més tancada aquesta cavitat oral, menor serà el valor de F1.
- D'altra banda, F1 també varia inversament proporcional a l'altura de la llengua. A mesura que la llengua puja, F1 disminueix el seu valor, per contra, quan la llengua es fa més plana i descendeix, el valor de F1 pujarà.

Aquests dos aspectes poden ser exemplificats per la vocal / a / la que posseeix el valor de F1 més alt de totes les vocals. Si ens adonem per produir la vocal / a / la mandíbula ha de descendir i la llengua ha d'estar plana al pis de la boca, d'aquesta manera aconseguim que F1 tingui un valor elevat, característic de la vocal / a /. Per contra, les vocals altes com la / i / i la / o / tenen baixa freqüència de F1 pel fet que la mandíbula es troba més tancada i la llengua ascendida.

3.1.2. SEGON FORMANT (F2)

- Aquest varia amb la dimensió anteroposterior de la llengua. A mesura que la llengua es dirigeix cap a la regió anterior, observem com el valor del segon formant o F2 ascendeix. I per contra per obtenir un descens del valor de F2, la llengua ha de dirigir cap a la zona posterior de la cavitat oral. Un exemple d'això és la vocal / i /.

Perquè sigui possible la producció de la vocal / i /, la llengua ha d'anar cap a la regió anterior, de fet, el punt de major constricció per a aquesta vocal és justament la zona anterior, i per tant el valor de F2 puja. Contrari a la vocal / i /, tenim el cas de la vocal / o /. Per que es produeixi aquesta vocal la llengua ha de tenir el seu punt de major constricció a la zona posterior, i d'aquesta manera el valor del segon formant descendirà.

Constricció oral anterior: l'elevació del front de la llengua, baixa F1 i puja F2.

Constricció oral posterior: L'elevació de la part posterior de la llengua, baixa F2.

Constricció faríngia: L'estrenyiment de la faringe, puja la freqüència de F1.

Aquests dos elements, el llarg i els diàmetres transversals del tracte vocal no actuen en forma aïllada durant la producció de la veu, sinó que tots dos paràmetres estan interrelacionats per produir el so de les diferents vocals i diferents colors de la veu.

4. PART PRÀCTICA

En la part pràctica del projecte, inicialment es va voler valorar la qualitat sonora de la veu. Segons l'estudi teòric, per obtenir un so ric s'han de potenciar els harmònics de la freqüència fonamental, és a dir, la ressonància d'aquests ha de ser major. Per tant, els valors formàntics són la base analítica per poder millorar la qualitat vocal. Però el funcionament dels formants es molt complex de raonar anatòmicament.

Com s'ha vist en l'apartat anterior, els valors formàntics varien segons la col·locació de les cavitats de ressonància. El problema arriba al veure que el valor d'un sol formant està lligat a una gran quantitat de moviments en els ressonadors. Per exemple, el descens de la freqüència del segon formant (F2) està condicionat pel retrocés de la llengua però també per la protrusió labial.

Davant la complexitat de la seva anàlisi i la falta de recursos per a observar totes les petites variacions anatòmiques per determinar les freqüències dels formants, s'ha deixat com a punt obert en el treball. Per consegüent s'ha proposat una altre via de recerca en termes pràctics.

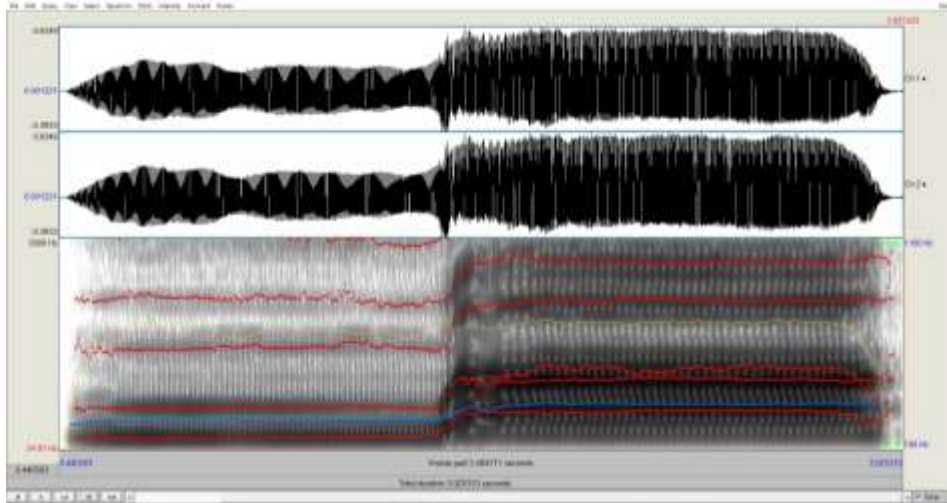
Finalment, el treball a nivell pràctic constarà d'un entrenament de la pròpia veu per a millorar unes qualitats específiques d'aquesta. A través de la realització d'un pla d'exercicis vocals, es volen aconseguir dos objectius principals que són:

- Augmentar del rang vocal.
- Millorar l'afinació vocal.

En l'emissió vocal aquestes característiques sonores pertanyen a la freqüència fonamental. Per tant, per tal de valorar les variacions temporals del rang, l'afinació i la precisió vocal, es durà a terme una anàlisi de les freqüències constituents de la corba melòdica. Aquesta serà la resultant d'uns exercicis dissenyats específicament per a l'anàlisi de les pertinents habilitats vocals. L'anàlisi melòdic s'obtindrà a través del programa Praat.

Praat és un software d'anàlisi científic especialment dissenyat per fer investigacions en fonètica. Va ser desenvolupat a la Universitat d'Amsterdam per Paul Boersma i David Weenink l'any 1992 i des d'aquesta data que es troba en una constant implementació de millores. Aquest programari permet fer anàlisis acústiques, síntesi articulatòria, processament estadístic de dades, edició i manipulació de senyals d'àudio, entre d'altres.

Com a funció bàsica, Praat analitza pistes d'àudio i enregistraments mostrant l'espectrograma, la durada, la intensitat, la freqüència fonamental, els formants, etc, i creant simultàniament gràfiques de la informació resultant.³³



33 Anàlisi acústic de "u" i "a" amb el programari Praat.

Per duu a terme la part pràctica proposada es seguiran una sèrie de pautes:

1. Plantejament i explicació dels objectius vocals a aconseguir.
2. Disseny dels exercicis vocals específics, conseqüents amb els objectius fixats, per a l'anàlisi de resultats
3. Disseny de l'entrenament vocal, on s'ha d'incidir en: l'extensió i distribució cronològica, la durada de cada sessió, la seva estructuració i la tria dels exercicis vocals a realitzar, orientats sempre al treball de les qualitats vocals que es corresponen a l'objectiu de la pràctica.
4. Realització i enregistrament de l'entrenament i els exercicis vocals destinats a l'anàlisi de resultats.
5. Explicació de la metodologia que es durà a terme per realitzar l'estudi.
6. Anàlisi dels resultats i conclusions.

³³ Captura del programa Praat.

4.1. OBJECTIUS

Els objectius del projecte es basen principalment en estudiar la corba melòdica, és a dir, la freqüència fonamental. Es centra en la pròpia vibració de les cordes vocals per tal d'assolir un mínim domini i control d'aquestes. També exercita el diafragma, encarregat de regular la pressió de sortida de l'aire, a fi que la vibració d'aquests plecs sigui l'estimada. Les qualitats a treballar són les esmentades en un principi: l'augment del rang vocal i la millora de l'afinació vocal. Ambdós estan íntimament relacionades.

El motiu pel qual he escollit aquests reptes concrets és perquè des del punt de vista d'una cantant i música, són d'essencial importància ambdós qualitats. Aquestes constitueixen pràcticament tota la percepció externa audible de la veu i són el reflex més evident del propi control sobre l'anatomia interna que participa en la fonació.

4.1.1. AUGMENT DEL RANG

L'augment del rang vocal consisteix en incrementar el nombre de notes que es poden emetre, des de la més greu fins la més aguda. Incidint en els valors freqüencials, les notes greus estan definides per freqüències baixes, mentre que les agudes estan determinades per freqüències elevades. Per tant, quan parlem de la millora del rang vocal, podem afirmar que delimitem l'estudi a les freqüències que trobem en ambdós extrems de l'escala musical, la mínima i la màxima.³⁴



34 Representació del rang vocal d'una contralt (F3-F5), podent abastar normalment les notes marcades en verd i arribar en ocasions aquelles en groc.

La tessitura de la pròpia veu és la de contralt. Basant-nos en el rang que aquesta abasta, la mínima freqüència es correspondrà amb els valors freqüencials que es troben per sota del do central (indicat amb un punt negre al teclat de la imatge anterior) i la màxima amb els valors per sobre de l'octava a partir del do central assenyalat. La tasca vocal consistirà en el treball de l'amplitud de registre a partir d'aquestes notes. Però sobretot en la precisió de l'afinació pertinent a cada una.

³⁴ https://es.wikipedia.org/wiki/Contralto#/media/File:Contralto_voice_range_on_keyboard.svg

4.1.2. MILLORA DE L'AFINACIÓ VOCAL

L'afinació vocal fa referència a la constitució d'una sèrie de relacions entre la freqüència vibratòria amb les notes a les que dona lloc. Aquestes relacions s'estudien de manera independent i es descriuen com a intervals entre elles. L'afinació, tot i ser un sistema de freqüències tancat, contempla en un segon terme l'entonació. Aquesta l'entenem pròpiament com la capacitat de percepció correcta de la persona respecte a l'altura per tal de produir-la correctament. En canvi, si volguéssim fer una anàlisi qualitativa completa de les diferents característiques vocals parlariem de precisió vocal, que pretén calcular l'índex de pertorbació del so.

La qualitat que es vol treballar consta d'unes freqüències de referència. Aquestes estan definides per les diverses notes de l'escala musical i cada nota constituent consta d'un valor freqüencial universal concret. Podem concloure així, que l'afinació es basarà en l'exactitud de freqüència vocal emesa en comparativa amb la de referència.³⁵

NOTA	ESCALA							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Do	65.406	130.813	261.626	523.251	1046.502	2093.005	4186.009	8372.018
Do#	69.296	138.591	277.183	554.365	1108.731	2217.461	4434.922	8869.844
Re	73.416	146.832	293.665	587.33	1174.659	2349.318	4698.636	9397.273
Re#	77.782	155.563	311.127	622.254	1244.508	2489.016	4978.032	9956.063
Mi	82.407	164.814	329.628	659.255	1318.51	2637.02	5274.041	10548.082
Fa	87.307	174.614	349.228	698.456	1396.913	2793.826	5587.652	11175.303
Fa#	92.499	184.997	369.994	739.989	1479.982	2959.955	5919.911	11839.822
Sol	97.999	195.998	391.995	783.991	1567.982	3135.963	6271.927	12543.854
Sol#	103.826	207.652	415.305	830.609	1661.219	3322.438	6644.875	13289.75
La	110	220	440	880	1760	3520	7040	14080
La#	116.541	233.082	466.164	932.328	1864.655	3729.31	7458.62	14917.24
Si	123.471	246.942	493.883	987.767	1975.533	3951.066	7902.133	15804.266

35 Freqüències (Hz) de les notes musicals.

³⁵ <http://misplanesgeniales.blogspot.com.es/2016/01/mi-piano-electronico.html>

Els objectius vocals són clars, però el que sens dubte es vol posar a prova és la manera de valorar les millores en l'instrument vocal. Tal i com s'ha especificat anteriorment, quan parlem d'afinació es fa referència a la freqüència vibratòria exacta corresponent a cada un dels sons constituents de l'escala musical, parlem d'una anàlisi objectiva. Pel contrari, quan valorem els sons a través de la percepció auditiva definiríem una anàlisi més fruit de la subjectivitat.

Per tant, és realment un mètode verídic, alhora d'afinar, fiar-se de la pròpia percepció? Són els valors freqüencials veritablement importants i útils en el món del cant?

4.2. DISSENY DELS EXERCICIS VOCALS D'ANÀLISI

Un dels aspectes més importants a tenir en compte és l'exercici vocal del que es farà ús en l'anàlisi de resultats per tal de valorar el rang i l'afinació vocal. No qualsevol és útil. És primordial que en el disseny melòdic d'aquests exercicis es sigui conseqüent amb els objectius fixats i les característiques vocals que es volen analitzar. En aquest cas, s'han de crear dos exercicis distints, cada un acord a les qualitats que es vol estudiar.

En primer lloc, s'ha de dur a terme l'anàlisi del rang vocal, per al qual s'ha dissenyat l'exercici A. La seva partitura la trobem adherida a l'annex 1. Genèricament aquesta passa per tota l'escala musical, arribant sobretot a freqüències límit per ambdós extrems. Dins de la tessitura en la que es treballa, abasta les notes greus i agudes més conflictives. Per tant, la pràctica està composta de manera específica i adequada a l'anàlisi de la millora del rang.

L'exercici A està escrit en do major (DoM o C) i consta de 90 compassos dels quals només 24 estan destinats a valorar el rang vocal. Els compassos es comprenen de dos en dos. En cada parell hi ha una escala ascendent i seguidament descendent de corxeres, que comprenen un interval global d'una quinta justa, de tres tons i un semitò. Aquest mig to situat entre la 3a i la 4a nota en el tram ascendent i entre la 6a i 7a nota del descendent. Cada dos compassos es repeteix la seqüència començant-la sempre un semitò més amunt en la pujada i més avall en la baixada. La partitura comença amb el do central o C3. La nota més aguda és el do dues octaves per sobre del central o C5. La nota més greu és el re una octava per sota del de l'escala central o D2. Tenint en compte la localització dels valors freqüencials màxims i mínims de la partitura es portarà a terme l'anàlisi dels següents trams:

- **Notes o freqüències agudes**, es troben compreses en 12 compassos localitzats entre el 25è i el 36è compàs amb ambdós inclosos. A continuació, podem observar una taula que indica les notes que correspondran a les freqüències mínimes i màximes de cada parell de compassos.

Núm. compassos	25-26	27-28	29-30	31-32	33-34	35-36
Freqüència mínima	C4	D \flat 4	D4	E \flat 4	E4	F4
Freqüència màxima	G4	A \flat 4	A4	B \flat 4	B4	C5

- **Notes o freqüències greus**, es troben compreses en els últims 12 compassos localitzats concretament entre el 79è i el 90è compàs amb ambdós inclosos. De la mateixa manera que en el tram agut, trobem indicades en la taula següent les notes que corresponen a les freqüències mínimes i màximes de cada parell de compassos.

Núm. compassos	79-80	81-82	83-84	85-86	87-88	89-90
Freqüència mínima	G2	F#2	F2	E2	D#2	D2
Freqüència màxima	D3	C#3	C3	B2	Bb2	A2

Els valors freqüencials universals de cada una de les notes seran el punt de partida de l'estudi analític d'aquest tram.

S'ha establert aquesta estructura en l'exercici per tal de poder accedir a les notes més agudes i a les més greus de la manera més natural possible. La corba melòdica que defineix intenta en tot moment que es pugui arribar a les freqüències màximes i mínimes d'una forma més orgànica, prevenint així potencials lesions en les cordes vocals ja que s'estan portant al límit.

En segon lloc, per dur a terme l'anàlisi de l'afinació vocal de manera acurada, s'ha dissenyat l'exercici B. La seva partitura es troba adherida a l'annex 1. Aquesta, de forma general, juga amb la dificultat dels canvis rítmics, amb la variació de l'altura i els tons dels intervals musicals i l'expansió del rang vocal. Aquest és un exercici més dinàmic que consta d'una melodia pròpia sense necessitat d'escapes o de la repetició d'una mateixa seqüència.

L'exercici B està escrit en fa major (FaM o F) que es caracteritza pel si bemoll a l'armadura com a única alteració permanent. Consta de 8 compassos quaternaris de subdivisió binària i conté estructures rítmiques diverses. Trobem grups de corxeres, semicorxeres, negres, blanques en punt, tresets i rodones. Aquestes figures es van alternant al llarg de la partitura.

La melodia comença amb un fa o F3. La nota més alta corresponent a la freqüència més aguda de la partitura és un do una octava per sobre del central o C4. I tanmateix, la nota més greu amb el valor freqüencial més baix és un sol que pertany a l'escala que precedeix a la del do central o G2.

4.3. DISSENY DE L'ENTRENAMENT VOCAL

L'entrenament vocal s'ha dissenyat acord amb els objectius de la pràctica i ha utilitzat el llibre *Vocal Workouts for the Contemporary Singer* d'Anne Peckham com a referència. Aquest volum està basat en la tècnica vocal tradicional i actualitzat per a cantants de rock, *rhythm and blues*, hip-hop i altres estils contemporanis. Centra el seu treball en ampliar la tècnica vocal, poder, resistència, rang i amplitud expressiva. Consta de circuits d'exercicis que s'adeqüen a totes les tipologies i nivells de veu.

El llibre conté 26 exercicis per escalfar i desenvolupar la veu, entre aquests trobem entrenaments bàsics i avançats per a veus altes i baixes, exercicis de dues i tres parts per practicar harmonia i rutines que assisteixen l'organització del temps de pràctica segons el nivell. També inclou un CD cantat com a suport en l'entrenament apropiat per a qualsevol veu. A més a més, hi ha descripcions detallades i consells útils sobre com exercitar la veu, amb estratègies de pràctica i assessorament tècnic específic per millorar el control sobre el rang.

L'entrenament ha estat, en tot moment, ideat en base a les premisses de l'obra de l'autora Anne Peckham i s'ha establert de la següent manera:

- L'entrenament vocal consta de 32 dies de pràctica vocal, quatre sessions per setmana, és a dir, 8 setmanes en total. Aquestes estan distribuïdes de forma intercalada per tal de deixar que el propi instrument descansi i reposit forces, per tant, s'estableixen les sessions els dilluns, els dimarts, els dijous i els dissabtes. Cada un d'aquests dies es durà a terme la rutina definida a continuació.
- L'estructura dels entrenaments s'ha realitzat envers les qualitats requerides per a la pràctica del treball, però intentant sempre exercitar la veu de manera orgànica sense descuidar-ne la seva salut.

Exercicis per escalfar	12 minuts
Exercicis d'entrenament vocal bàsic	15 minuts
Exercicis d'entrenament vocal avançat	12 minuts
Exercicis per refredar	5 minuts
TOTAL	44 minuts

4.3.1. EXERCICIS PER ESCALFAR

La rutina d'exercicis per escalfar s'encarrega de preparar la veu per cantar. Aquests introdueixen diversos sons vocàlics, així com el trino de llavis, que és molt eficaç per equilibrar el flux d'aire i atraure l'atenció de l'executor a la sensació de brunzit associada al to i si aquest ressona de manera eficient. En l'entrenament en qüestió es realitzaran tres exercicis per escalfar la veu:

- **Exercici 1, *warm-up slide***

Aquest exercici es caracteritza per escalfar la veu mitjana. L'interval musical dominant en la partitura són les terceres. Trobem la combinació de més d'un so vocàlic. Un dels més rellevants és el trino de llavis que combinat amb els *glissandos* entre notes ajuda a l'alliberament de la laringe i estirant suaument els músculs cantants.

- **Exercici 2, *descending fifth slide***

Aquest exercici ajuda a escalfar la veu mitjana i baixa. Els *glissandos* entre les consecutives cinquenes que defineixen la melodia ajuden a alliberar la veu estenent els músculs suaument abans de cantar. També trobem l'ús de distints sons vocàlics per activar totes les regions de l'instrument.

- **Exercici 3, *descending fifth run***

Aquest exercici ajuda a desenvolupar la flexibilitat necessària per executar l'escala amb rapidesa i el patró descendent ajuda a establir una producció relaxada a mesura que augmenta gradualment el rang vocal. Es canta "*nee, no, noh, noo*" i aquest fraseig permet trobar millor la ubicació del to. El so "n" treballa per augmentar la consciència sobre el to de ressonància.

4.3.2. EXERCICIS VOCALS BÀSICS

Els exercicis vocals bàsics són un entrenament essencial per crear veu. Es canten escales bàsiques i patrons per construir habilitats. En aquests es realitza un treball directe sobre les qualitats i capacitats de la veu. Es duran a terme tres exercicis vocals bàsics:

- **Exercici 4, *rock steps***

Aquest exercici treballa per desenvolupar la flexibilitat per cantar de forma ràpida les notes i els *riffs* en una síl·laba contínua. També ajuda a dosificar l'aire i a controlar així la respiració al cantar.

- **Exercici 5, *rock syncopation***

Aquest exercici desenvolupa la coordinació i un concepte rítmic fort cantant ritmes sincopats en estil rock. Centra la seva atenció en el suport de la respiració, mantenint una fermesa als abdominals. Ajuda a obrir i eixamplar la caixa toràcica i les costelles.

- **Exercici 6, *minor octave scale***

Aquest exercici té com a objectiu desenvolupar la flexibilitat i ampliar el rang en un patró d'escala menor. El cant s'ha de fer lligat per tal d'utilitzar una pressió d'aire suau i contínua. Per facilitar la introducció del to, es fa ús d'una consonant al principi de cada frase. La qual cosa ajuda a mantenir el so vibrant i sonant.

4.3.3. EXERCICIS VOCALS AVANÇATS

Els exercicis vocals avançats requereixen més resistència, rang i acústica. Intenta crear un so lliure i relaxat. Treballa per mantenir un suport energètic, perquè la veu no es cansi ràpidament. Ajuda a que el focus d'energia sigui el centre del cos i no la gola. És important mantenir la mandíbula solta i una postura neutral per realitzar els dos exercicis d'aquest apartat, que són:

- **Exercici 7, *rock vocalise***

Aquest exercici ajuda a desenvolupar l'agilitat amb patrons pentatònics ràpids en estil rock. Els patrons pentatònics s'utilitzen en molts estils de música contemporània, incloent R&B i rock. També treballa un vocabulari bàsic per improvisar o embellir melodies. Vol aconseguir un treball net amb una articulació precisa de les notes.

- **Exercici 8, *latin octave skips***

Aquest exercici d'estil Llatí sincopat requereix una ingesta ràpida d'aire. Ajuda a desenvolupar la coordinació per a les respiracions ràpides, i l'afinació de les notes en cantar diversos intervals.

4.3.4. EXERCICIS PER REFREDAR

En aquest tram final de l'entrenament, es repetiran els exercicis 1 i 2 de l'escalfament amb l'objectiu de disminuir gradualment l'ocupació de la veu per tal de no danyar-la.

Per altra banda, acord amb l'entrenament vocal anterior, s'han d'establir els dies que es durà a terme l'enregistrament dels exercicis A i B, que estan destinats pròpiament a l'anàlisi de resultats.

En primer lloc, la gravació d'aquests es farà simultàniament amb la de l'entrenament, ja que el que volem valorar en ambdós són qualitats i habilitats vocals que s'han de millorar a través de les rutines vocals. En segon lloc, s'ha d'estimar un temps coherent en el que realment es puguin observar variacions freqüencials considerables en les anàlisis per establir els dies en que aquestes es realitzaran. Tenint en compte que l'entrenament vocal abasta una duració total de 8 setmanes amb quatre sessions setmanals, determinarem l'estudi del rang i l'afinació cada dues setmanes.

Abans de començar la pràctica vocal es farà un primer enregistrament. A partir de l'inici de l'entrenament, aquests s'efectuaran cada 14 dies, més concretament els diumenges, ja que és final de setmana. En total hi haurà cinc gravacions d'ambdós exercicis, una prèvia i quatre en les quals es veurà la particular evolució de la veu.

Finalment l'extensió i duració de la pràctica, incloent-hi tant els dies d'entrenament vocal com els d'enregistrament dels exercicis A i B per a l'anàlisi de resultats, quedaria distribuïda de la següent manera:

	Dl	Dt	Dc	Dj	Dv	Ds	Dg
Setmana 0							
Setmana 1							
Setmana 2							
Setmana 3							
Setmana 4							
Setmana 5							
Setmana 6							
Setmana 7							
Setmana 8							

BLAU

Dies d'entrenament vocal que es realitza la rutina dissenyada.

TARONJA

Dies d'enregistrament dels exercicis A i B per a valorar el rang i l'afinació.

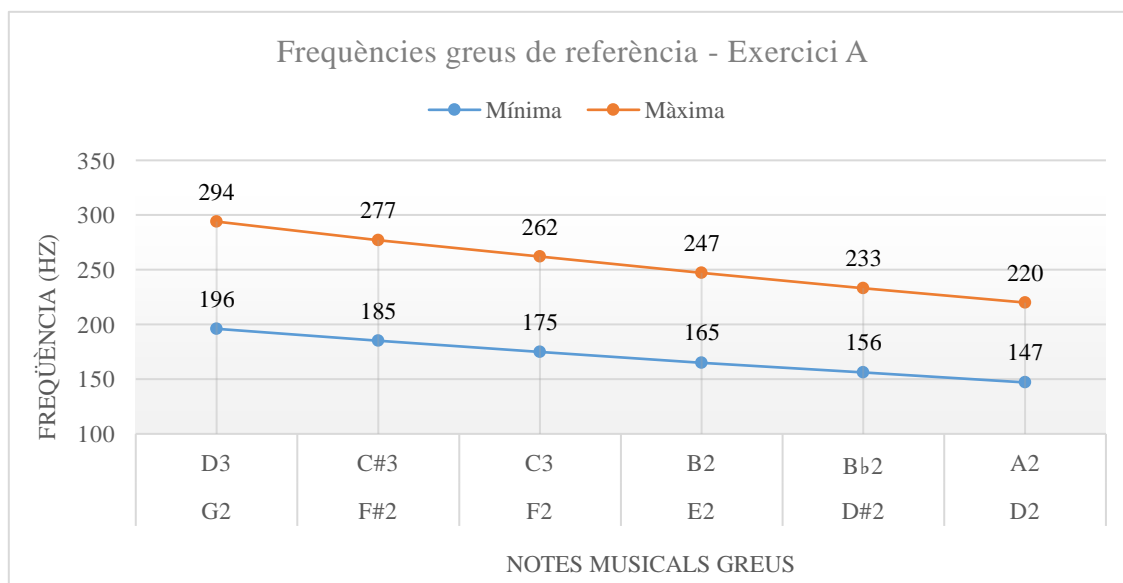
4.4. METODOLOGIA D'ANÀLISI

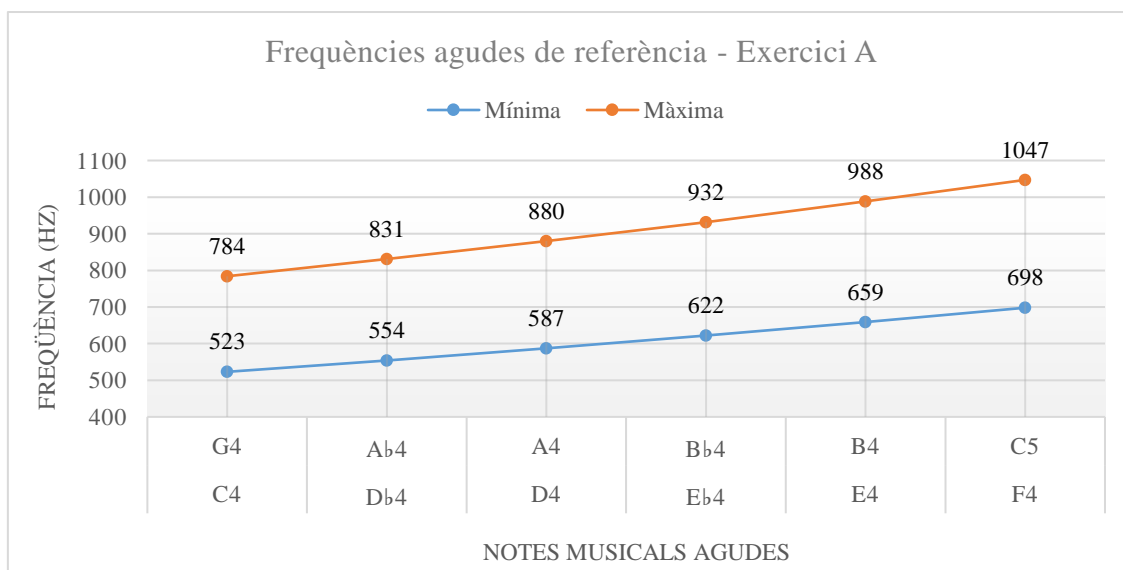
Els resultats de la pràctica vocal, per tal d'observar millores en el rang i l'afinació, s'estudiaran a través dels valors freqüencials que s'obtinguin en l'assaig. Aquets els trobarem a partir del programa Praat. Tal i com ja s'ha comentat anteriorment, l'estudi parteix del treball directe amb la corba melòdica i, per tant, amb la freqüència fonamental. La metodologia d'anàlisi que s'aplicarà tant en l'exercici A, com de l'exercici B, consistirà en la valoració de les valors freqüencials d'assaig envers uns de referència; tot i així, la manera d'observar els resultats serà diferent entre ambdós.

4.4.1. EXERCICIA

Aquest té com a objectiu valorar el rang i com s'ha especificat en l'apartat del disseny de l'exercici, només es realitzarà l'anàlisi freqüencial dels dos trams rellevants. Un correspon a les notes més agudes, és a dir, a les freqüències màximes (25-36 compàs), i l'altre, a les notes més greus, les freqüències mínimes (79-90 compàs). Cada tram s'analitzarà de manera independent.

Per a valorar aquests ambdós trams de 12 compassos; de cada grup de dos compassos, s'han buscat els valors freqüencials màxims i mínims, corresponents segons la nota que indiquen (il·lustració 36, freqüències en hertzs de les notes musicals). Així doncs, s'ha identificat la nota més greu i la nota més aguda de cada conjunt i s'han plasmat les seves freqüències en un gràfic, el gràfic de referència. El procediment s'ha dut a terme en el tram agut i en el tram greu per separat.





En els dos gràfics de referència anteriors, extrets de l'exercici A, hi ha representades les freqüències amb hertz màximes i mínimes de cada conjunt de dos compassos. Podem observar les següents dades rellevants:

- En el primer gràfic, les notes agudes es mouen entre els 523 hertz i els 1047 hertz. Aquests valors freqüencials corresponen a C4 i C5.
- En el segon gràfic, les notes greus es mouen entre els 294 hertz i els 147 hertz, valors freqüencials que corresponen a D3 i D2.

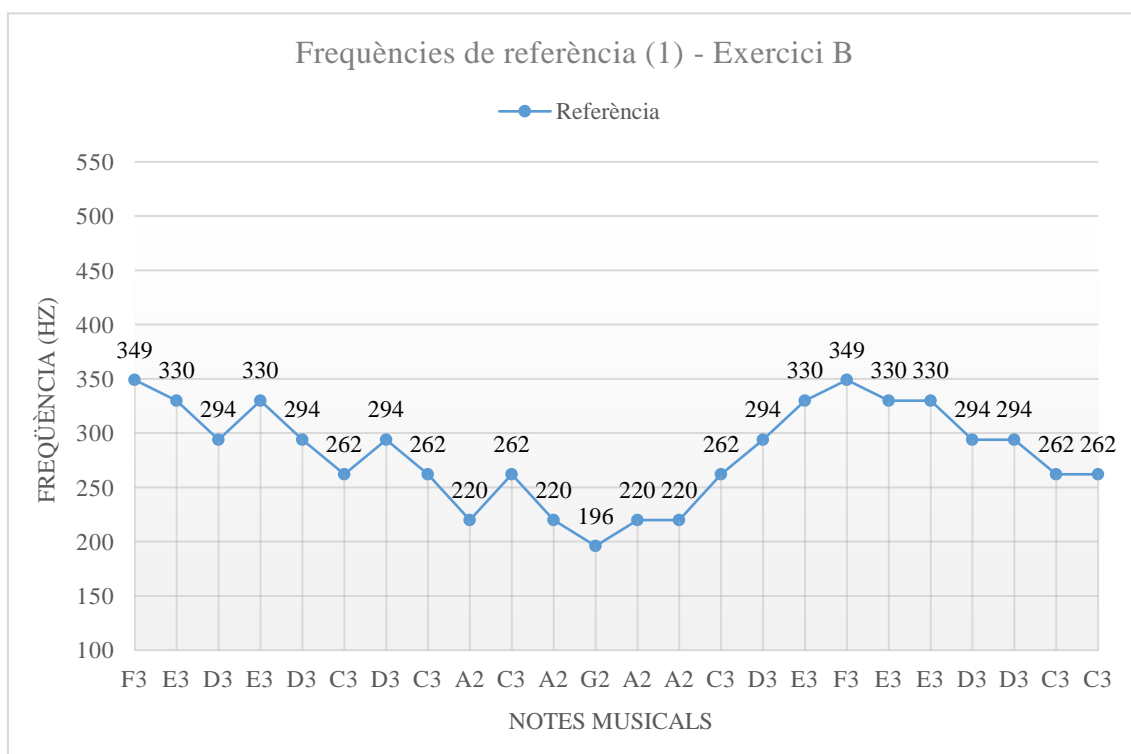
Els gràfics de referència serviran per, a partir d'ells, fer a la comparativa amb els valors freqüencials resultats dels enregistraments de la pròpia veu. Gràcies a aquests es podrà observar si realment les notes estan ben afinades, és a dir, que corresponguin a la freqüència de referència. En el cas de que no sigui així, es veurà si s'està per sobre de la freqüència correcta o per sota i, per tant, si s'està baix o alt respecte aquesta.

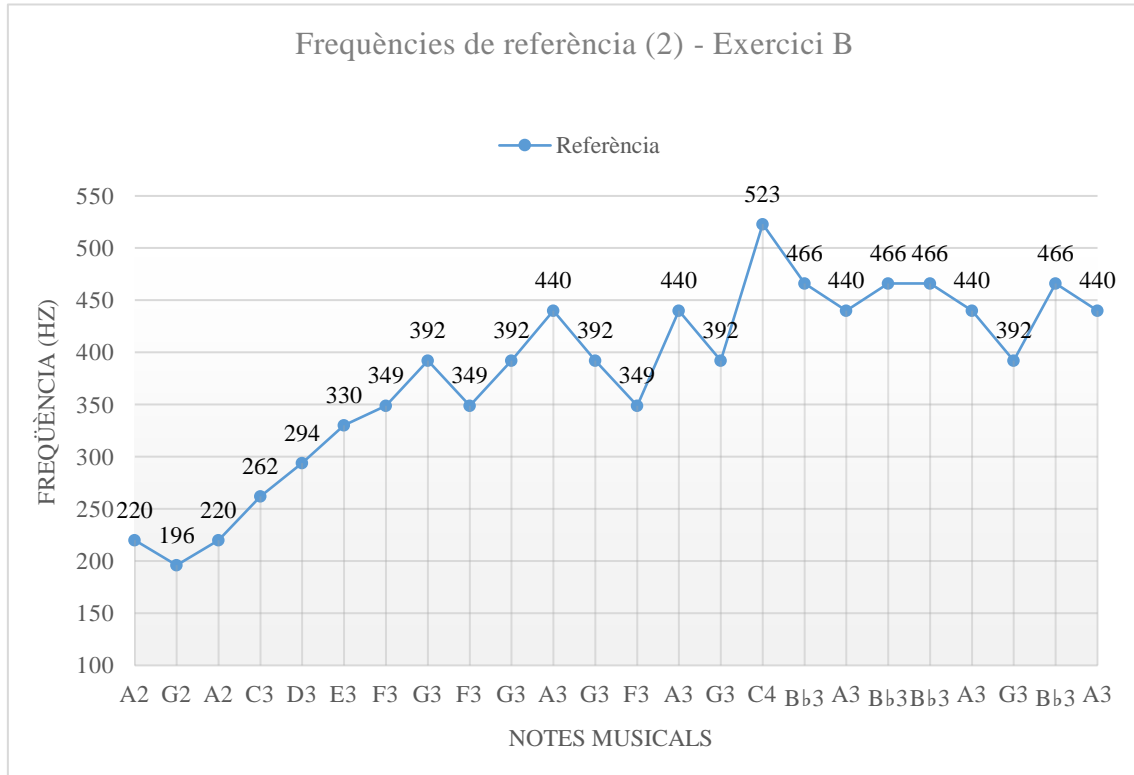
Explícitament, els diversos valors d'assaig de les freqüències màximes i mínimes s'obtidran a partir del software Praat i es plasmaran en una gràfica per mitjà de l'Excel. Seguidament, el gràfic obtingut de cada particular anàlisi dels valors freqüencials d'assaig (de la pròpia veu), es superposarà amb el gràfic de referència. D'aquesta representació conjunta se'n farà una valoració acurada; totes elles donaran lloc a la redacció d'unes conclusions finals.

4.4.2. EXERCICI B

L'objectiu d'aquest exercici està estretament relacionat amb l'exercici A, que és pròpiament més tècnic i valora l'afinació de manera més acurada. En aquest cas, es treballarà amb els valors freqüencials en comparativa amb uns valors de referència, però amb una visió de conjunt.

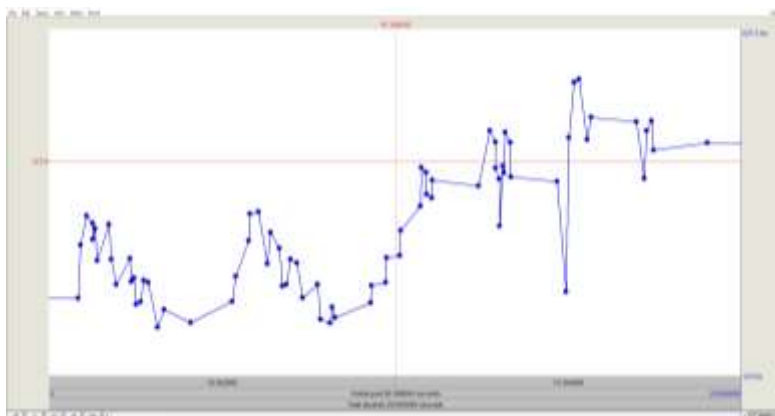
Per poder analitzar l'exercici B, s'ha d'identificar les notes que componen la melodia (poden veure la partitura musical d'aquest a l'annex 1). En total hi ha 48 notes, incloent les diverses repeticions d'aquestes en tot el tram musical. A cada una de les notes se li donarà el valor freqüencial corresponent, ja establert (il·lustració 36, freqüències en hertz de les notes musicals). Una vegada recopilades aquestes dades essencials, s'expressaran en gràfics de freqüències elaborats amb l'Excel. L'extensió de l'exercici requereix dividir-lo per la meitat i crear dos gràfiques amb les freqüències de 24 notes musicals en cada una. L'objectiu amb fraccionament de les dades de l'exercici B, és poder observar amb més precisió els valors freqüencials resultants. Aquest fet em permetrà redactar conclusions tenint a la vista totes les freqüències constituents. La representació gràfica contindrà els valors freqüencials de referència de cada una de les notes de la melodia. Com ja s'ha comentat, aquestes serviran per fer la comparativa amb les gravacions de la pròpia veu amb la superposició de gràfiques.





L'obtenció dels valors freqüencials de cada una de les notes en els enregistraments, es trobaran amb l'ajuda del programa Praat. Aquest permet identificar els diversos punts, dins de la corba melòdica, que disten d'un semitò. Així doncs, s'han recopilat els valors freqüencials, un per un, fent us d'aquesta útil funció del programari.

Un cop s'han tingut les dades freqüencials corresponents a les notes, de tot un mateix assaig, es conformarà una gràfica de valors amb l'Excel. La combinació dels valors freqüencials d'assaig i els valors referencials, prèviament recollits, donaran lloc a un a gràfica comparativa que permetrà fer una valoració, mes o menys acurada, del resultats freqüencials obtinguts durant les setmanes de l'entrenament vocal.



36 Programa Praat en l'obtenció del punts freqüencials que disten d'un semitò.

4.5. ANÀLISI DE RESULTATS

Una vegada realitzat el procés d'identificació dels valors freqüencials, mitjançant el programa Praat, dels exercicis A i B enregistrats durant l'entrenament vocal, he obtingut una sèrie de gràfiques. Aquestes representacions ens detallen l'evolució de la veu durant tot aquest període a través de freqüències.

Per observar amb claredat les diferències freqüencials que hi ha hagut entre l'inici de l'entrenament i el final, he analitzat exclusivament les gràfiques més representatives del procés. Així doncs, se n'han tingut en compte únicament dues.

Per una banda, la gràfica resultant de l'enregistrament de la Setmana 0, on la veu encara no havia estat sotmesa a cap tipus d'entrenament vocal. Per l'altra banda, he estudiat la gràfica obtinguda en l'últim enregistrament de la Setmana 8, on ja s'ha completat tot l'entrenament de la veu. La variació entre la Setmana 0 i la Setmana 8 conformarà un interval còmode d'anàlisi degut al llarg temps del que disten l'enregistrament d'una de l'altra i del treball vocal realitzat en cada una d'elles. La visió de les dades contingudes en ambdues em permetran extreure les conclusions de l'estudi pràctic.

Les gràfiques intermèdies restants tant de l'exercici A com del B, que pertanyen als resultats obtinguts de les setmanes 2, 4 i 6, les he adherit a l'annex 2 per a qui vulgui aprofundir, més detingudament, en l'evolució freqüencial de la veu pas a pas. Aquestes són interessants, però davant l'extracció de conclusions, no tenen cap rellevància.

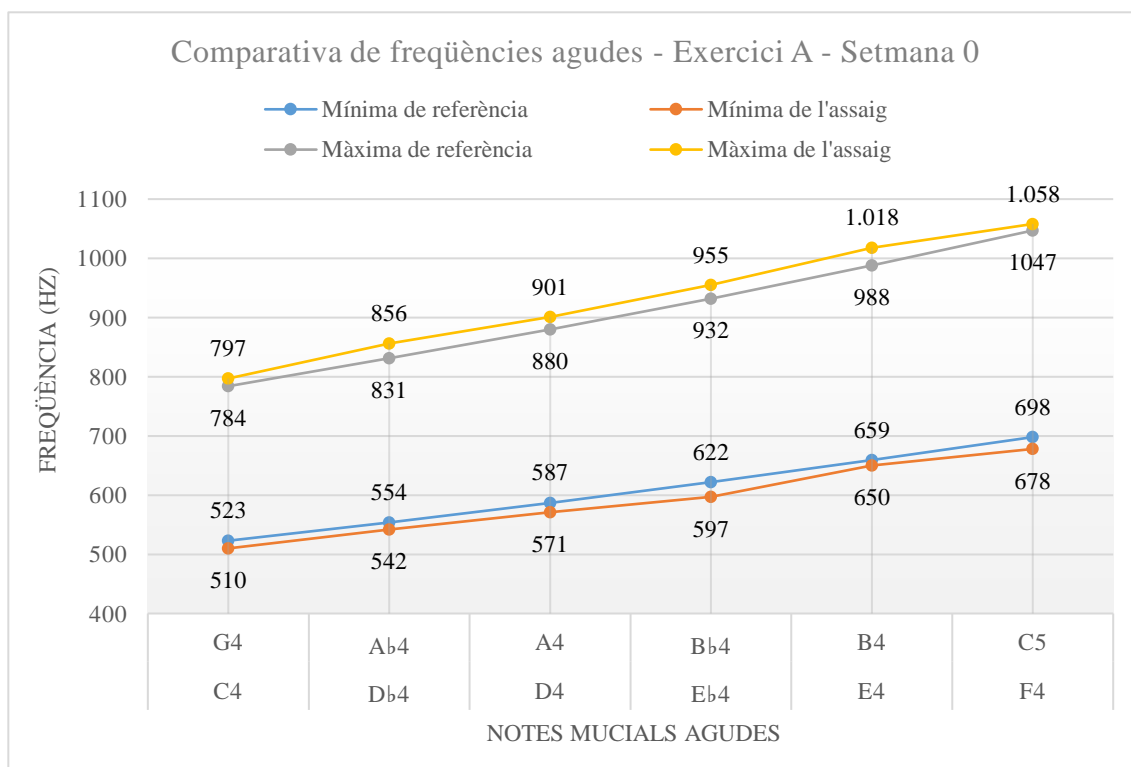
L'anàlisi de resultats és important que es dugui a terme en un ordre concret. Cada un dels exercicis vocals té un objectiu diferent dins la part pràctica i és per això, que s'han de treballar en un ordre concís.

En primer lloc, s'estudiaran les gràfiques resultants de l'exercici A, ja que aquest incideix de manera més tècnica en el treball de les qualitats vocals com són el rang, l'afinació, la precisió, etc. S'ajusta pròpiament a la valoració de les qualitats de la veu que s'exemplificaran en la melodia i els ritmes que conformen l'exercici B. Per tant, en segon lloc, s'analitzaran les gràfiques resultants de l'exercici B que, com he esmentat anteriorment, porten la valoració de les qualitats vocals a un terreny més pràctic.

4.5.1. RESULTATS DE L'EXERCICI A

SETMANA 0

Els gràfics següents són els resultants de l'enregistrament de la setmana 0 de l'exercici A, quan encara no s'ha realitzat cap tipus d'entrenament vocal. Trobem la representació de la comparativa dels valors màxims i mínims referencials amb els obtinguts de la pròpia veu, tant en el tram de notes agudes, com en el tram de notes greus.



Aquest primer gràfic es centra en la valoració de les notes més agudes, que els hi corresponen les freqüències més altes dins de l'exercici A. Per una banda, conté els valors referencials, que són les freqüències correctes a les quals ens hem d'acostar. Per l'altra banda, observem els resultats obtinguts a l'assaig realitzat en aquesta fase prèvia a l'entrenament vocal. Per fer més entenedor l'anàlisi de resultats, incidirem primer en els valors mínims que expressa el gràfic freqüencial, i després en els valors màxims.

- Valors freqüencials mínims (aguts)

Si observem els valors freqüencials mínims d'assaig obtinguts, veiem ràpidament que es trobem linealment per sota de les freqüències de referència. Així doncs, la vibració de les cordes vocals es menor de l'estimada com a adient. Dins el tram genèric de notes agudes, aquests valors mínims corresponen a les notes més assequibles.

Basant-me amb l'estudi anatòmic de les cordes vocals, aquestes, tot hi haver de vibrar a una gran freqüència, estan donant vida a unes notes compreses en la pròpia tessitura (contralt). Per tant, hi ha un mínim control anatòmic: la pressió de sortida de l'aire la trobem regulada; el fet d'haver produït uns valors freqüencials menors als que realment han de ser, significa que les cordes vocals estan presentant una resistència en la sortida d'aire per acotar la seva vibració a la nota que s'intenta generar. Tanmateix, l'actuació de regulació del flux d'aire per part de les cordes vocals, és excessiu. Per això, conclourem que les notes dels valors freqüencials mínims dins del tram agut de l'exercici A, estan baixes respecte l'afinació correcta indicada. Fent la mitjana de les variacions entre els valors freqüencials d'assaig i els de referència, trobem que els valors mínims de l'assaig d'aquesta Setmana 0, estan, aproximadament, uns 16 Hz baixos, és a dir, per sota de la referència.

En els assajos següents, gràcies als exercicis que es realitzin a l'entrenament vocal, s'ha d'aconseguir apujar el valor freqüencial d'aquestes notes.

Tenint en compte que les notes d'aquests valors mínims, dins l'exercici A, s'alternen amb freqüències més elevades, s'afegeix un plus de dificultat en l'afinació. La considerable oscil·lació, en tram de notes agudes, entre les freqüències mínimes i màximes (de les quals tenim encara menys control) genera també una distorsió sonora degut a la complicació afegida.

- Valors freqüencials màxims (aguts)

Al contemplar al gràfic els valors freqüencials màxims obtinguts en l'assaig, podem observar que es troben lineal i uniformement per sobre de les freqüències referencials. Per tant, les cordes vocals estan vibrant a una freqüència massa elevada. Hi ha clarament una distorsió freqüencial envers l'afinació estimada com a correcta i aquesta alteració és a la alça.

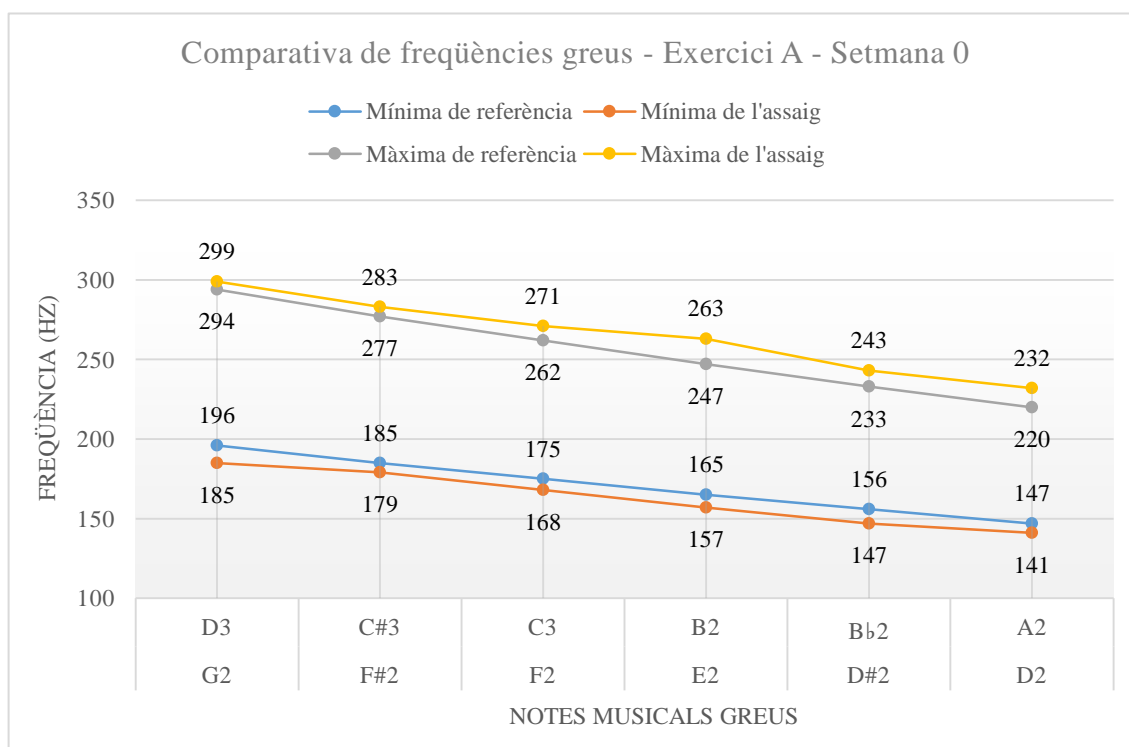
Recuperant l'estudi anatòmic bàsic i el tracte vocal del qual he parlat en la valoració anterior, en aquest cas, les cordes vocals lluiten per generar freqüències que sobrepassen la pròpia tessitura (contralt). Així doncs, prenent consideració de que les notes corresponents als valors màxims són les més agudes de l'exercici A, l'anatomia que intervé en la fonació, s'està portant al límit: la pressió de la sortida de l'aire no s'aconsegueix regular, ja que el fet de que els valors freqüencials de l'assaig estiguin per sobre de la freqüència establerta, indica una clara manca de control.

Les cordes vocals deixen passar l'aire sense oposar cap tipus de resistència, arribant així al llindar de les freqüències que son capaces de generar. Per consegüent, la regulació del flux d'aire per part d'aquestes és totalment insuficient. Els valors freqüencials màxims d'assaig de la Setmana 0, els trobem, aproximadament, uns 21 Hz alts, és a dir, per sobre dels valors freqüencials de referència establerts com a correctes.

Finalment, veiem que la pròpia veu és capaç d'assolir els valors freqüencials màxims de les notes més agudes, però que de cara als propers assajos, gràcies a la realització d'un entrenament a consciència, s'ha d'aconseguir disminuir la freqüència d'aquestes notes. Per tant, les cordes vocals hauran de lluitar per regular la seva freqüència de vibració.

- Valors freqüencials mínims i màxims (aguts)

En definitiva, en el tram de notes agudes de l'Exercici A de la Setmana 0: en els valors freqüencials mínims de l'assaig, podem observar una regulació excessiva de la vibració de les cordes vocals que genera freqüències per sota de les de referència; en els valors màxims, es contempla una clara manca de domini vocal que dona lloc a freqüències per sobre de les de referència.



Aquest segon gràfic comprèn el tram de notes més greus de l'exercici A i hi trobem representades tant les freqüències de referència, com les obtingudes en els propis assajos, realitzats abans d'iniciar cap entrenament vocal.

- Valors freqüencials mínims (greus)

Si observem els valors freqüencials mínims d'assaig representats al gràfic, podem veure que aquests es troben linealment per sota de les freqüències de referència, és a dir, la vibració de les cordes vocals és menor a l'estimada.

A l'analitzar el trem greu, hem de tenir en compte que els valors freqüencials mínims, corresponen a les notes més greus que podem trobar a l'exercici A, s'està fregant el límit de les menors freqüències que la pròpia veu pot produir (fora de la tessitura). Així doncs, contemplem el fet de que s'estigui per sota dels valors referencials establerts, des d'una perspectiva diferent. En aquest cas, considerem que hi ha un "excés", en el sentit de que s'intenta generar una baixa freqüència i l'emesa en l'assaig es passa de baixa.

Anatòmicament, per tal d'aconseguir la menor vibració de les cordes vocals al produir un so, s'ha de relaxar gairebé per complet la musculatura. Cenyint-nos a aquests fonaments teòrics, altra vegada observem una clara falta de control. És a dir, les cordes vocals, davant la dificultat de donar lloc a una freqüència tant baixa, laxen tot el que poden els músculs intrínsecs. Així doncs, emeten un valor freqüencial en el qual no són capaces de regular el flux i la pressió de l'aire, que han decaïgut degut a la relaxació muscular, i coordinar els paràmetres anteriors amb la pròpia acció de la musculatura intrínseca i de la laringe (obridors, tancadors, dilatadors i tensors). Per tant, podem concloure que els valors freqüencials mínims de les notes greus de l'exercici A estan, aproximadament, uns 7,8 Hz baixos respecte els valors referencials.

En els pròxims assajos s'ha d'aconseguir adquirir més control i apujar la freqüència d'aquests valors amb l'objectiu clar d'afinar les notes en qüestió. L'entrenament vocal ha de proporcionar les facilitats pertinents per a aquesta tasca.

- Valors freqüencials màxims (greus)

Si mirem els valors freqüencials màxims resultants dels assajos al gràfic, observem com les freqüències obtingudes es troben gairebé uniformement molt per sobre dels valors freqüencials de referència. Aquesta característica ve donada perquè les cordes vocals vibren a una freqüència que sobrepassa l'establerta com a correcte.

Segons les bases anatòmiques i funcionals del sistema fonador, al estar situats en un tram greu, però dins d'aquest en les notes més assequibles, hi ha un cert control anatòmic. El principal problema se'ns presenta amb la constant oscil·lació de la veu entre les freqüències mínimes i màximes contingudes en aquest tram.

La dificultat, anteriorment comentada, d'accedir als valors freqüencials mínims, condicionarà en gran mesura el treball de les cordes vocals en la producció dels valors màxims. Aquestes al voler generar les freqüències mínimes, com que provenen d'un estat lax de la musculatura, intentaran regular la sortida del flux d'aire. Les cordes vocals crearan, en conseqüència, una tensió excessiva que farà que la vibració sigui major i que, per tant, el valor freqüencial quedi per sobre de l'estimat.

Finalment, podem dir que el valors freqüencials màxims del tram greu de l'exercici A, els trobem, aproximadament, uns 9,7 Hz alts, així doncs, per damunt dels valors referencials. Amb l'entrenament vocal s'haurà d'aconseguir baixar la freqüència d'aquest tram de notes perquè quedin afinades.

- Valors freqüencials mínims i màxims (greus)

En el tram de notes greus de l'Exercici A de la Setmana 0: en els valors freqüencials mínims de l'assaig, podem observar una relaxació excessiva o estat lax de la musculatura de les cordes vocals, que generen freqüències per sota de les de referència; en els valors màxims, es contempla una falta de control vocal que crea tensions i dona lloc a freqüències per sobre de les de referència.

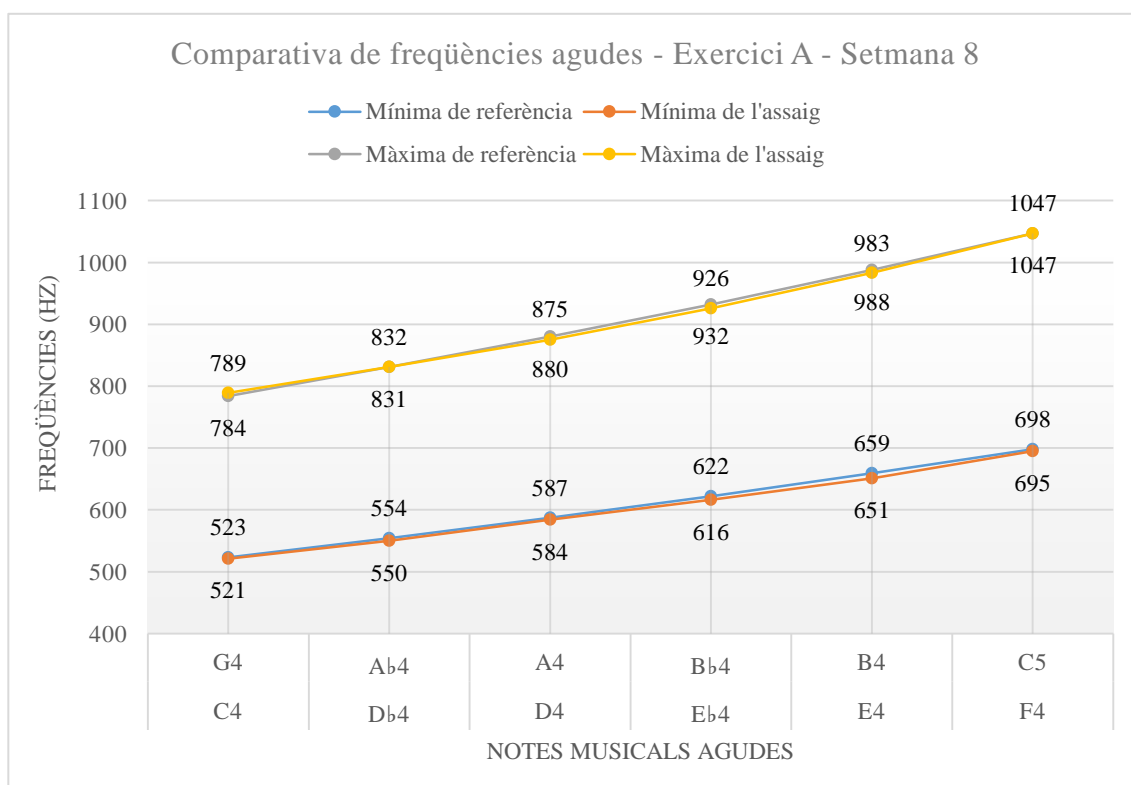
VALORACIÓ SETMANA 0

Després de l'anàlisi de l'assaig realitzat la Setmana 0 o prèvia, podem veure la confluència diversos aspectes. Per exemple, els valors freqüencials extrems de l'exercici A (valors màxims aguts i valors mínims greus) s'observa una clara tendència a l'excedent de freqüència d'aquests, ja sigui tant a la baixa en el cas de voler emetre un so molt greu, com a la alça en el cas de voler emetre un so molt agut; tot conseqüència de la falta de control.

Podem concloure també, que la vibració de les cordes en ambdós extrems del rang esta generada de manera molt forçada, amb el perill de poder ser danyades. Així doncs, és la dificultat de producció d'aquestes notes el que genera tensions musculars, on el treball de l'articulació entre el cartílag corticoides i el tiroide presenta complicacions alhora de dilatar les cordes vocals.

SETMANA 8

Els gràfics següents són els resultants de l'últim enregistrament que es va realitzar un cop acabat tot l'entrenament de la veu. Després de 8 setmanes d'intens treball vocal, s'han obtingut les següents gràfiques freqüencials de valoració, tant de les notes agudes, com de les notes greus de l'exercici A.



En aquest primer gràfic hi trobem representades les notes o freqüències més agudes resultants de l'assaig, en comparativa amb les de referència.

- Valors freqüencials mínims (aguts)

Si observem els diferents valors freqüencials mínims, en una primera instància veiem que aquests gairebé és troben sobreposats als valors freqüencials de referència. Hi ha una indubtable precisió vibratòria per part de les cordes vocals, que després de dos mesos de pràctica i entrenament han aconseguit acotar al mínim la variació dels valors mínims de l'assaig envers als de referència.

Tal i com sabem a partir dels fonaments teòrics físics, la variació d'1 a 2 o 3 Hz en una concreta freqüència és totalment imperceptible per l'ésser humà. Per tant, l'error freqüencial comès en els valors mínims de l'assaig en comparació amb els estimats correctes, podríem considerar-los negligibles.

Tot i així, si filem prim, podem observar que tots els valors mínims de l'assaig es troben uns pocs hertzs per sota de la freqüència referencial. És a dir, es conserva el patró que hem vist a l'anàlisi dels resultats dels valors mínims en els aguts de la Setmana 0, on els valors obtinguts estan baixos envers la referència. Les cordes vocals continuen tendint a retenir la pressió i el flux d'aire per tal de ser precises en la seva freqüència de vibració. Així doncs, els valors freqüencials mínims de les notes agudes en la Setmana 8 estan, aproximadament, uns 4,3 Hz baixos respecte els valors referencials establerts.

Anant encara un pas més enllà, podem veure que la variació a la baixa dels valors mínims obtinguts augmenta a mida que les notes són més agudes. Això és degut a l'oscil·lació que es dona entre els valors mínims i els valors màxims (corresponents a les notes més agudes) d'aquest tram. És un clar indicatiu de que encara hi ha un cert problema en el control. Per tant, aquest constant moviment freqüencial entre ambdós valors suposa que, a mida que es va pujant de freqüències, al incrementar-se la dificultat per accedir als valors màxims, trobem afectades, anatòmicament parlant, les vibracions de les cordes vocals en les freqüències mínimes. En la producció d'aquestes els músculs encara realitzen un mínim excés de retenció del flux. Però, finalment, en l'última nota (F4) la freqüència torna a estar més afinada.

- Valors freqüencials màxims (aguts)

Si mirem al gràfic els valors freqüencials màxims de l'assaig, també veiem, des d'un primer moment, que aquests es troben gairebé sobreposats a les freqüències de referència. Així doncs, el rigor vibratori de les cordes vocals és molt bo i l'afinació en aquestes notes límit és quasi coincident amb l'estimada de referència. El marge d'error comès és negligible en la seva totalitat.

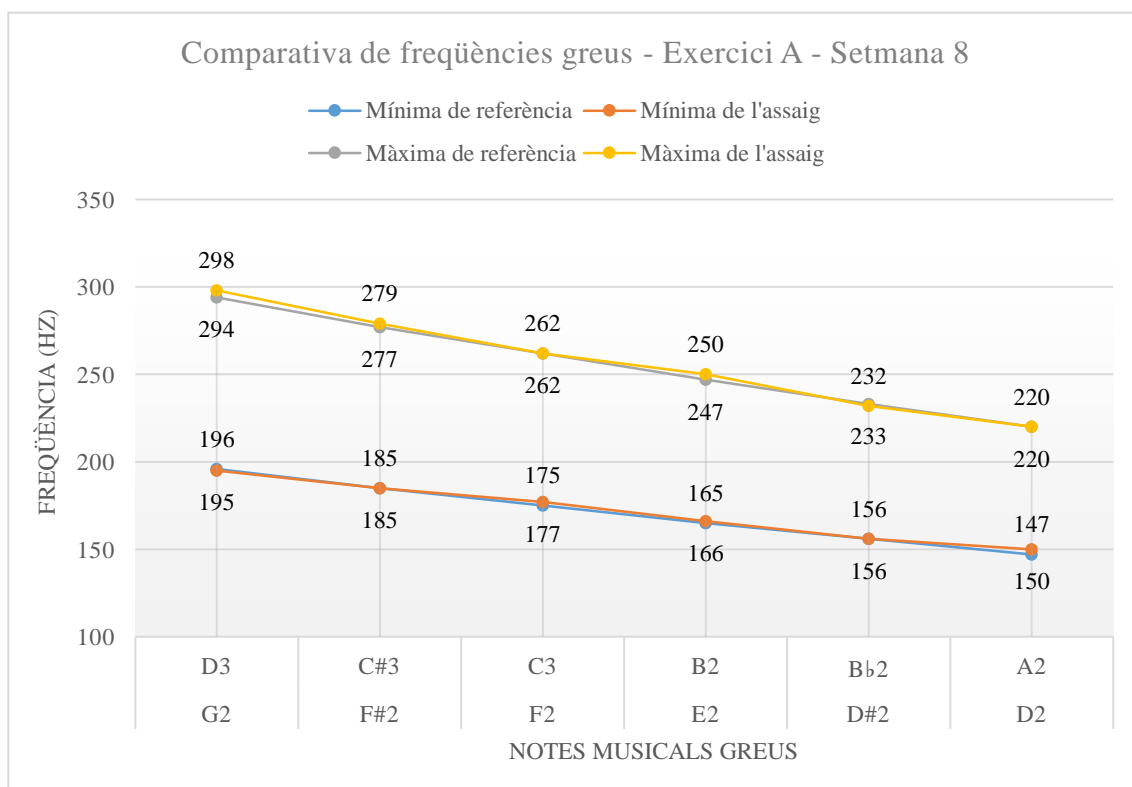
No obstant això, en la pròpia evolució d'aquests valors freqüencials màxims dins del tram agut, és bastant curiosa i en part, sorprenent. Si recordem els resultats de l'anàlisi de la setmana 0, la tendència d'aquestes freqüències màximes és estar situades per sobre de les de referència, degut a una innegable falta de control al generar freqüències tant elevades (es troben fora de la tessitura de contralt). En aquesta Setmana 8, podem observar, que al principi, el valor freqüencial de les notes agudes (G4 i Ab4) està uns pocs hertzs per sobre dels valors referencials, seguint el patró anatòmic de la Setmana 0, però de forma molt menys pronunciada.

En canvi, les següents freqüències de l'assaig (A4, Bb4 i B4), es troben per sota dels valors freqüencials màxims de referència. Aquest fet, és un petit indicatiu de control de les cordes vocals, al vibrar a aquestes freqüències tant altes. Són capaces de frenar, a través de l'actuació de la seva musculatura, el flux i pressió de sortida de l'aire i per tant, dominar, en la mesura del possible, la freqüència de vibració. A l'últim moment, s'aconsegueix cantar la nota més aguda de totes (C5) a la freqüència exacta indicada per la referència.

- Valors freqüencials mínims i màxims (aguts)

En aquest tram de notes agudes, podem concloure que hi ha hagut una clara i visible millora en el control de l'actuació anatòmica, gràcies a l'entrenament vocal. Tots els valors freqüencials de l'assaig són molt precisos respecte als valors de referència i el marge d'error freqüencial que s'observa és negligible.

Hi ha una sincronització important en la dominància de la vibració vocal, en el moment que simultàniament trobem tant els valors freqüencials mínims, com els màxims, per sota de les freqüències referencials estimades. Aquest és un punt molt positiu, ja que aquí el sistema fonador està actuant pròpiament com a conjunt i de forma coordinada.



En el gràfic anterior hi trobem representat el tram de valors freqüencials resultants de les notes més greus contingudes en l'exercici A. Les freqüències plasmades són les de l'assaig de la Setmana 8 con comparativa amb les referencials establertes.

- Valors freqüencials mínims (greus)

Centrant-nos en l'anàlisi dels valors freqüencials mínims d'assaig, tal i com ja em pogut observar en el tram agut, els valors es troben quasi sobreposats als de referència. Les cordes vocals vibren a la freqüència gairebé exacta en les notes més greus de tot l'exercici A. Hi ha valors freqüencials concrets coincidents amb els referencials (F#2 i D#2); els valors que no ho aconsegueixen disten tant sols d'uns pocs hertzs de les freqüències estimades correctes.

Si considerem els resultats obtinguts d'aquests mateixos valors, en la Setmana 0, detectem que en un inici aquets tendien a trobar-se per sota dels valors freqüencials de referència. En el gràfic de la Setmana 8, en canvi, podem veure com cap dels valors mínims esta per sota de la referència. Així doncs, és demostra, una vegada més, l'adquisició de control de les regions anatòmiques implicades davant la producció de freqüències extremes i, particularment en aquest tram, de les freqüències més greus. Una que altra nota ha quedat un pèl per sobre de la freqüència adient, però són tant pocs hertzs de variació, que es poden considerar negligibles en l'estudi de l'afinació.

- Valors freqüencials màxims (greus)

Si observem els valors freqüencials màxims d'assaig del gràfic, veiem que aquets estan pràcticament, de forma lineal, sobreposats a les freqüències de referència. La vibració de les cordes vocals en aquests valors és molt acurada a la correcte. Trobem notes amb freqüències que coincideixen amb el valor exacte establert com a bo en un inici (C3 i A2). Els valors freqüencials màxims corresponents a les notes restants, es troben tots entre 1 i 4 hertzs per sobre dels valors de les freqüències de referència, és a dir, estan, aproximadament, 1,3 Hz alts; l'error és totalment negligible.

Per tant, podem veure que en aquest cas, es coincideix de forma mínima amb el patró de tendència a la alça que van manifestar els mateixos valors màxims a la Setmana 0. Anatòmicament, els problemes de regulació del flux i pressió de l'aire, experimentats degut a l'altern estat lax de les cordes vocals al haver de generar freqüències tant greus, estan gairebé resolts; tot i així, encara resta alguna tensió muscular.

- Valors freqüencials mínims i màxims (greus)

En conclusió, els valors freqüencials d'assaig obtinguts en aquest tram greu és realment espectacular. No solament podem observar una gran precisió en les pròpies freqüències produïdes respecte a les de referència, sinó que aquestes disten totes únicament de 4 o menys hertzs dels valors referencials.

A més a més, hi ha un constant control de la regulació del flux d'aire i de la relaxació i contracció de la musculatura. L'anatomia que participa en la fonació esta en tot moment coordinada, actuant com a conjunt, tal i com ens mostren les similituds entre trajectòries d'ambdós valors freqüencials, màxims i mínims.

VALORACIÓ SETMANA 8

Després d'haver sotmès la veu a dos mesos d'entrenament vocal constant, els resultats de l'anàlisi dels valors freqüencials d'assaig finals, han resultat plenament satisfactoris. La precisió freqüencial en l'afinació és realment bàrbara, distant sempre d'uns pocs hertzs insignificants respecte la referència. I l'adquisició de control és clara observant els resultats obtinguts.

El tema del domini, està estretament relacionat amb la coordinació en l'actuació de l'anatomia del sistema fonador, i aquesta ha estat més pronunciada en els valors freqüencials greus. Dins del valors freqüencials aguts, encara podem veure que no s'ha acabat d'assolir el control que ens doni la seguretat de poder afirmar de que hi ha un domini sobre la vibració de les cordes vocals en freqüències tant elevades.

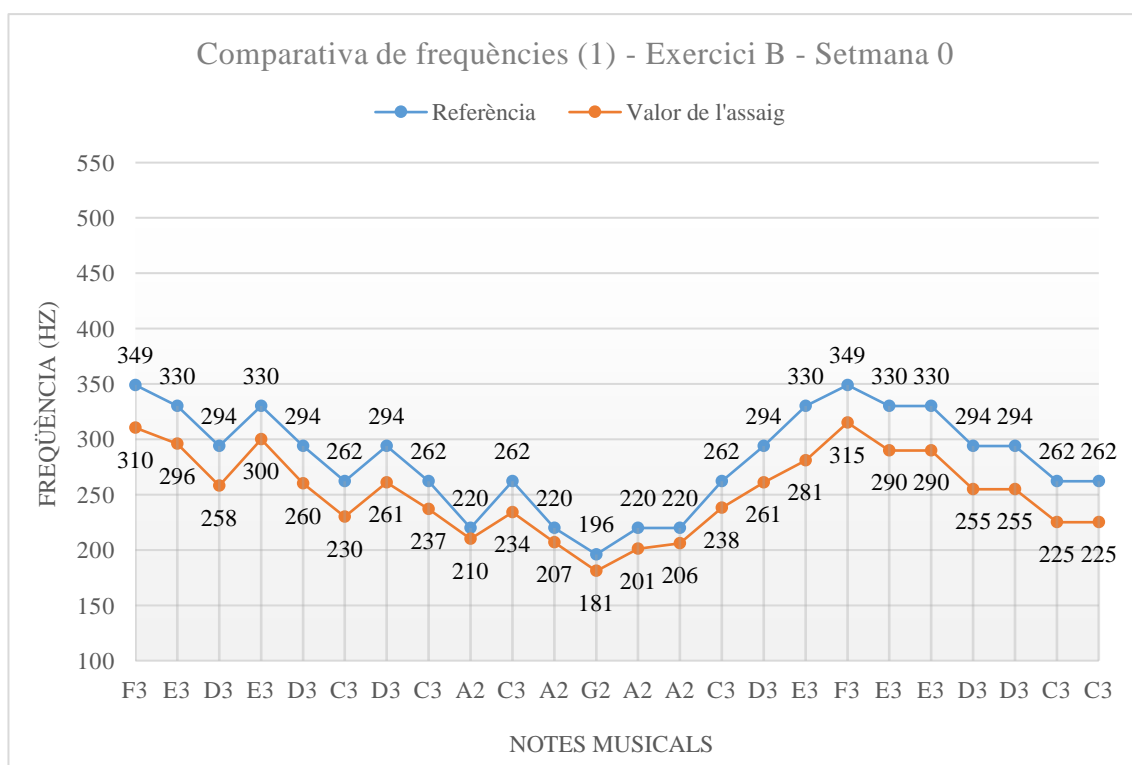
En definitiva, els diferents apunts en l'anàlisi dels resultats de la Setmana 8, són útils per a seguir polint dificultats i continuar millorant, però això si filem prim. A vista general, les freqüències treballades estan ben afinades i compleixen amb l'objectiu inicial que es volia aconseguir amb la realització de l'exercici A, l'ampliació del rang. L'afinació és pràcticament exacte i, per tant, s'ha adquirit el domini freqüencial de notes que en un principi estaven compreses fora de la tessitura valorada (contralt); concloem que s'ha ampliat el rang vocal.

4.5.2. RESULTATS DE L'EXERCICI B

SETMANA 0

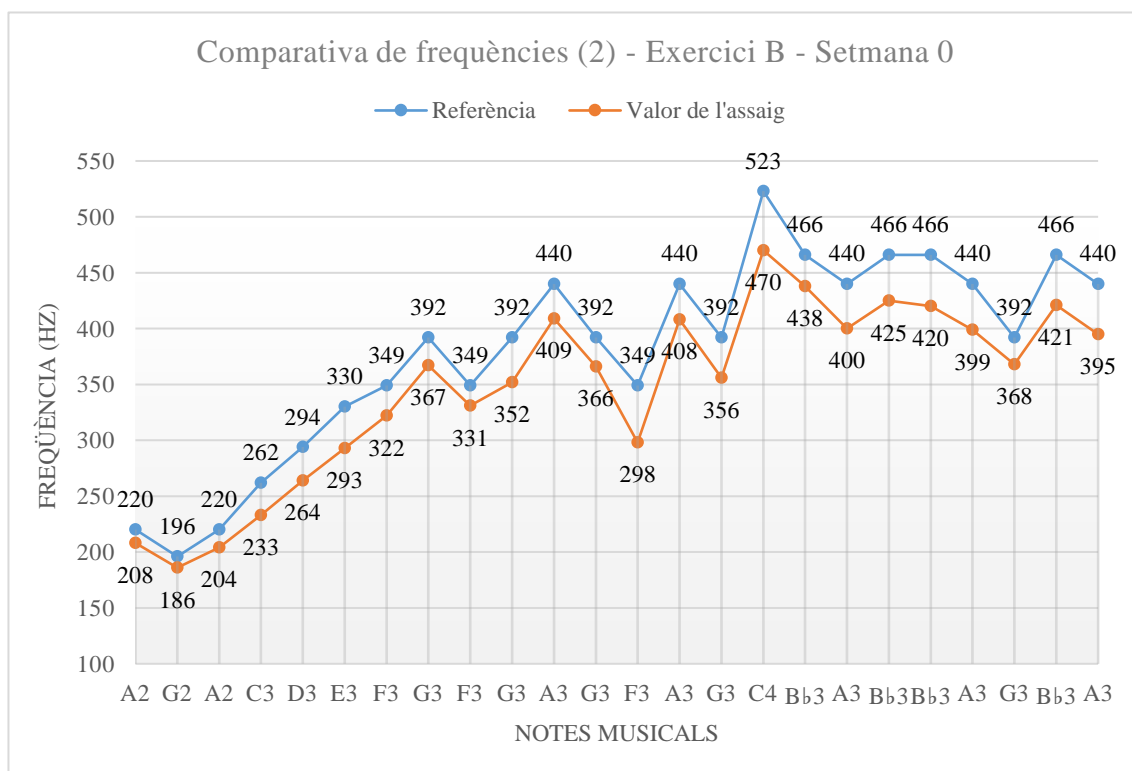
El gràfics següents de l'exercici B, contenen els resultants de l'enregistrament previ de la setmana 0, moment en el qual encara no s'ha dut a terme cap tipus d'entrenament vocal. Trobem la representació de la comparativa entre: els valors freqüencials obtinguts de l'assaig amb la pròpia veu i els valors freqüencials de referència als que s'han d'arribar per tal d'aconseguir afinar.

La melodia que descriu l'exercici B, al estar constituïda per 48 freqüències diferents, es troba partida en dos gràfics. Tot i així, ambdós s'analitzaran conjuntament.



Si observem els valors freqüencials d'assaig, veiem que aquests es troben pronunciadament per sota dels valors de referència. És a dir, la freqüència de vibració emesa per les cordes vocals és molt menor de l'estimada com a correcta.

En els fragments en els quals es treballa amb les notes de l'escala del C3, hi ha una variació freqüencial major respecte els valors referencials, que no pas en valors més baixos, com les notes que pertanyen a l'escala del C2. En aquestes freqüències més baixes s'ha afinat més, tot i que la distorsió freqüencial segueix sent considerable.



En conjunt, tota la corba melòdica d'assaig està, aproximadament, uns 31,75 Hz baixa. Aquest valor és molt significatiu, ja que si el traslladem a la música, s'ha cantat gairebé un semitò per sota de les freqüències de referència.

S'ha de tenir en consideració, que en aquest exercici s'està treballant amb una melodia que consta d'una rapidesa característica combinada amb un ritmes i amb uns salts constants entre notes que no mantenen el mateix interval de relació. Per tant, la poca eficiència de les cordes vocals està justificada, degut a la dificultat que hi ha implementada envers l'exercici A. Realment, els valors freqüencials de les notes de la melodia són assequibles i no porten la veu a cap extrem ni límit; la complicació que es vol addicionar és el fet d'haver d'afinar unes freqüències en un context qualsevol que exemplifiqui el treball d'aquesta qualitat a la quotidiana del cantant.

Concretament, aquest exercici conté un rang de 10 notes diferents. Si volem aprofundir en l'afinació, s'han de fer les mitjanes dels valors freqüencials de les notes que siguin iguals; l'objectiu és concretar l'afinació en cada una d'elles i descobrir les pròpies tendències vocals a afinar més unes freqüències que les altres. Aquesta comparació, la farem a través de la realització d'una taula de valors creada a partir de la informació continguda en els gràfics anteriors.

Diferència freqüencial (Hz): Mitjanes dels valors d'assaig de cada nota - Valors de referència									
G2	A2	C3	D3	E3	F3	G3	A3	Bb3	C4
12,5	14,25	30,28	34,86	36	36	30	38	40	53

La taula ens dona les mitjanes aproximades de quants hertz estan baixes cada una de les notes respecte els valors de referència. A través de valors freqüencials, aquesta taula ens confirma el que havíem deduït, de forma genèrica, a partir dels gràfics inicials. Les freqüències més baixes (G2 i A2) es troben més afinades i a mida que la freqüència augmenta, les distorsions s'incrementen gradualment amb ella. Tot i així, en els valors freqüencials mitjos (D3, E3 i F3), dins del rang de l'exercici, veiem que la diferència freqüencial es manté bastant constant. Si observem les freqüències més elevades (A3, Bb3 i C4) trobem que aquestes, seguint la tendència definida, es disparen fins a nivells alarmants on l'afinació comença a ser nul·la.

Per tant, en els següents assajos s'haurà d'aconseguir reduir aquesta diferència freqüencial tant important. Aquests paràmetres aniran cap a millor amb la realització de l'entrenament vocal pertinent.

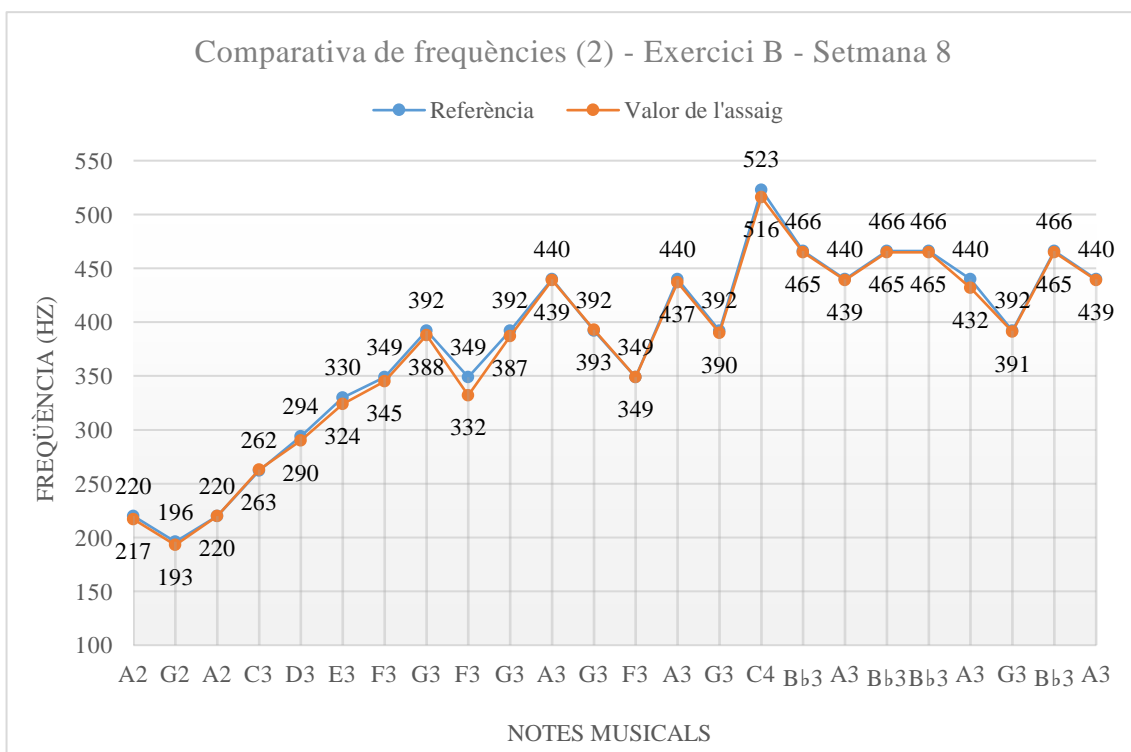
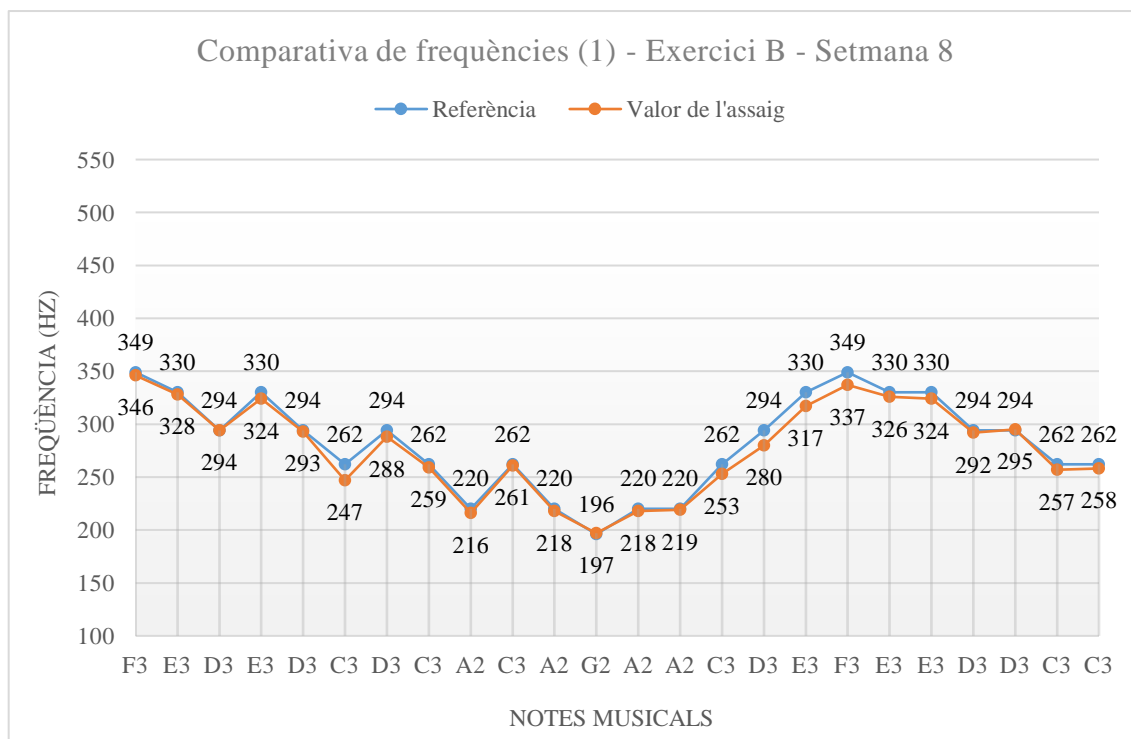
VALORACIÓ SETMANA 0

En conclusió, els valors freqüencials d'assaig obtinguts en la Setmana 0, són la clara demostració de la necessitat que té un cantat de realitzar un constant entrenament vocal rigorós. Les freqüències de la pròpia veu estan, en general, molt per sota dels valors freqüencials de referència estimats.

Malgrat això, m'ha sobtat el fet de que les freqüències més greus, les úniques freqüències límit que encabeix l'exercici, hagin estat les menys distorsionades respecte la freqüència referencial. S'ha d'entrenar l'anatomia implicada en profunditat, per tal d'augmentar la freqüència de vibració de les cordes vocals i incrementar també el control del flux i pressió de l'aire perquè no decaiguin els valors més aguts.

SETMANA 8

Les gràfiques que hi ha a continuació són les corresponents als valors freqüencials d'assaig obtinguts la Setmana 8; dons en el moment de l'enregistrament ja s'han realitzat dos mesos d'entrenament vocal a consciència.



Al mirar els gràfics freqüencials, en una primera instància, veiem una clara millora respecte la Setmana 0. La majoria de freqüències de l'assaig estan pràcticament sobreposades als valors referencials; observem una variació mínima entre ambdós. Tots els valors que no s'afinen tant a la freqüència estimada es troben per sota d'aquesta, però aquest són bastant espontanis al llarg de la corba melòdica i no componen una diferència freqüencial rellevant. Es valors freqüencials de l'assaig estan, aproximadament, uns 4 Hz baixos de mitjan. Aquesta xifra és més que satisfactòria, ja que és totalment insignificant al valorar l'afinació.

Les cordes vocals vibren adequadament; els diversos imprevistos en els quals la freqüència queda un pèl per sota del valor de referència, poden ser fruit: d'un canvi de ritme, de la realització d'un salt d'una nota a una altra entre les quals hi ha un interval considerable o també, com podem observar entre el C3 i el E3 de la primera gràfica, fruit d'un tram que ascendeix a partir d'una nota molt greu (G2) i, en conseqüència, aquest queda baix.

Diferència freqüencial (Hz): Mitjanes dels valors d'assaig de cada nota - Valors de referència									
G2	A2	C3	D3	E3	F3	G3	A3	Bb3	C4
1	2	5	4	6	7	2	3	1	7

Contemplant la taula anterior de les diferències freqüencials manifestades en aquest últim enregistrament, veiem que hi ha una conservació de la tendència inicial. Les freqüències més baixes estan afinades per complet (G2 i A2), mentre que les mitges (C3, D3, E3 i F3) es mantenen bastant uniformes entre elles, però augmentant la diferència freqüencial respecte les més baixes. I per últim, trobem la freqüència més elevada (C4) com la nota més distorsionada envers els valors de referència. El patró de l'estudi de la setmana 0, on la diferència freqüencial s'incrementa a mida que la freqüència és major, es compleix en certa mesura.

A la vegada que detectem una semblances amb la tendència inicial, també observem diversos punts de dissensió. En aquesta valoració G3, A3 i Bb3, les trobem quasi coincidents del tot amb les freqüències de referència. A la setmana 0, aquestes presentaven gairebé les diferències freqüencials més elevades de tota la taula i sorprenentment, en aquesta valoració, són les que estan més afinades dins de les freqüències mitges i agudes de la corba melòdica. Per tant, hi ha hagut una millora genèrica indubtable en l'afinació de tots el valors constituents de la corba melòdica.

VALORACIÓ SETMANA 8

Després d'analitzar els valors freqüencials d'assaig de la Setmana 8, podem concloure que l'entrenament vocal ha sigut veritablement efectiu i ha complet el seu objectiu principal, millorar l'afinació. I en aquest cas, no tant sols l'ha millorat, l'ha portat a l'exactitud amb l'obtenció d'uns valors freqüencials gairebé idèntics a les freqüències establertes coma referència.

L'acció coordinada del conjunt anatòmic del sistema fonador, ha passat a un altre nivell, perquè no tant sols ha mantingut sota control l'afinació i les oscil·lacions entre notes, sinó que també ha lluitat contra dificultats afegides com el ritme, la rapidesa de l'exercici, etc. Els resultats obtinguts en aquesta Setmana 8 són realment molt satisfactoris i sobrepassen les expectatives que jo mateixa tenia en la meua veu.

CONCLUSIÓ

Aquest treball de recerca va sorgir amb la finalitat de millorar la veu cantada a partir de la recerca entre l'anatomia implicada en la fonació i els paràmetres físics que es donen quan emetem un so.

En primer lloc, he fet un estudi dels òrgans i els músculs que participen en la producció de la veu i he identificat la funció que desenvolupa cada sistema en la fonació. En segon lloc, he fet una anàlisi de les característiques del so, tant a nivell gràfic, com a nivell conceptual. Finalment, en la part pràctica, he treballat amb la pròpia veu, mitjançant la fusió de la base anatòmica i la base física.

La trajectòria del meu treball ha resultat complexa. La realització d'un entrenament vocal rutinari ha suposat un problema, ja que la veu no sempre es troba en les seves condicions òptimes. Les dificultats també han sorgit alhora d'aprendre el funcionament del programa d'anàlisi de so Praat, especialment en l'estudi dels formants i en l'extracció de les freqüències de les diferents pistes d'àudio.

Amb aquest treball d'investigació he après a identificar els distints sectors de l'anatomia interna que actuen alhora de cantar (que són molts i no ho semblen). També he observat que la veu està composta per una sèrie de freqüències i mentre que la més important prové de la pròpia vibració de les cordes vocals, les restants són el resultat de pas de l'ona sonora inicial per les cavitats ressonadores. M'ha resultat interessant el fet de que si sabem a la freqüència a la que vibren les seves cordes vocals, podem valorar quins problemes presenta el cantant al emetre so. I, per descomptat, he millorat la meua veu; en l'afinació i en la precisió vocal.

Deixo alguns punts oberts com ara posar en relació els valors formàntics de la veu amb l'amplificació de les seves freqüències harmòniques per a la millora de la qualitat vocal. Així mateix, poder establir una connexió entre el treball que realitzen les cordes vocals i la col·locació de les cavitats ressonadores. D'aquesta manera, quedaria complet el terme afinació, no només en altura, sinó també en timbre.

Després de parlar amb professionals del cant i, gràcies a la investigació sobre les freqüències que he fet, el meu treball obre les portes al futur per a la creació d'un programa digital.

Amb una avaluació de la freqüència de vibració de les cordes vocals, es podria saber si al llarg d'una melodia el cantant està afinant. En el cas de no fer-ho, el programa plantejaria quins poden ser els problemes anatòmics que li estant impedit produir la freqüència estimada. Per tant, a partir de la valoració freqüencial, el programari permetria corregir l'afinació de qualsevol persona iniciada en el cant per ella mateixa. Aquest material tant complet actualment no existeix. Una eina així seria molt valuosa perquè en un futur, a tot aquell que li agradi cantar, no defalleixi en l'intent, i pugui entrenar a consciència el seu instrument.

Vull concloure aquest treball amb la satisfacció plena d'haver pujat un graó més en l'àmbit de la música i en la millora de la meua veu com a cantant. Aquest ha sigut un projecte realment fascinant on he pogut comprovar que la veu, a diferència de la resta d'instruments musicals, no té límits. Hem d'aprendre a escoltar en tot moment el nostre cos, perquè només a través de conèixer-lo, el podrem canviar cap a millor. I tal com diu Torras i Bages "la música és l'expressió més adequada de la perfecció i harmonia de les coses celestials".

ANNEX

60



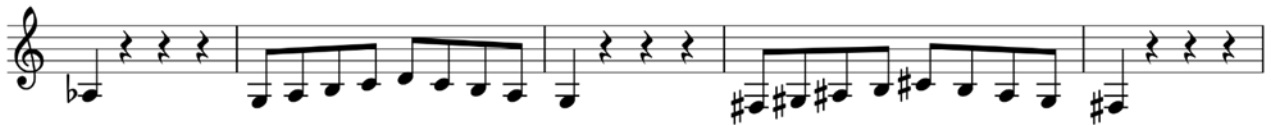
66



72



78



83



88



Exercici B

Exercici per valorar l'atnació

$\text{♩} = 100$

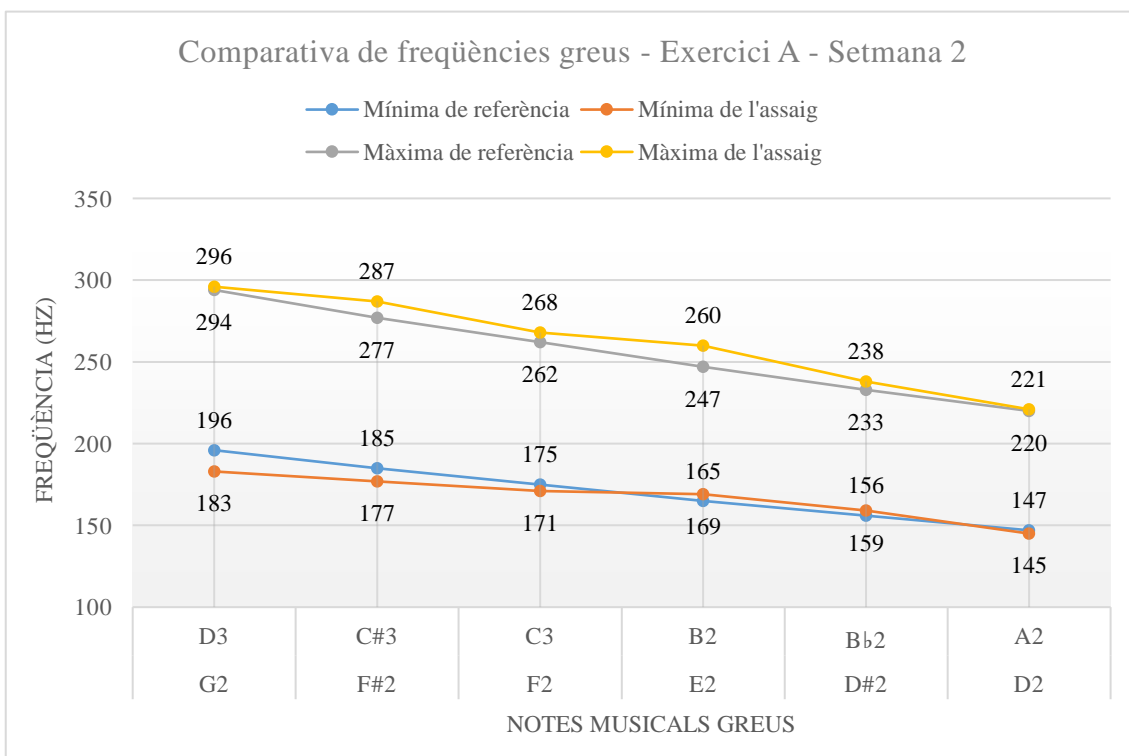
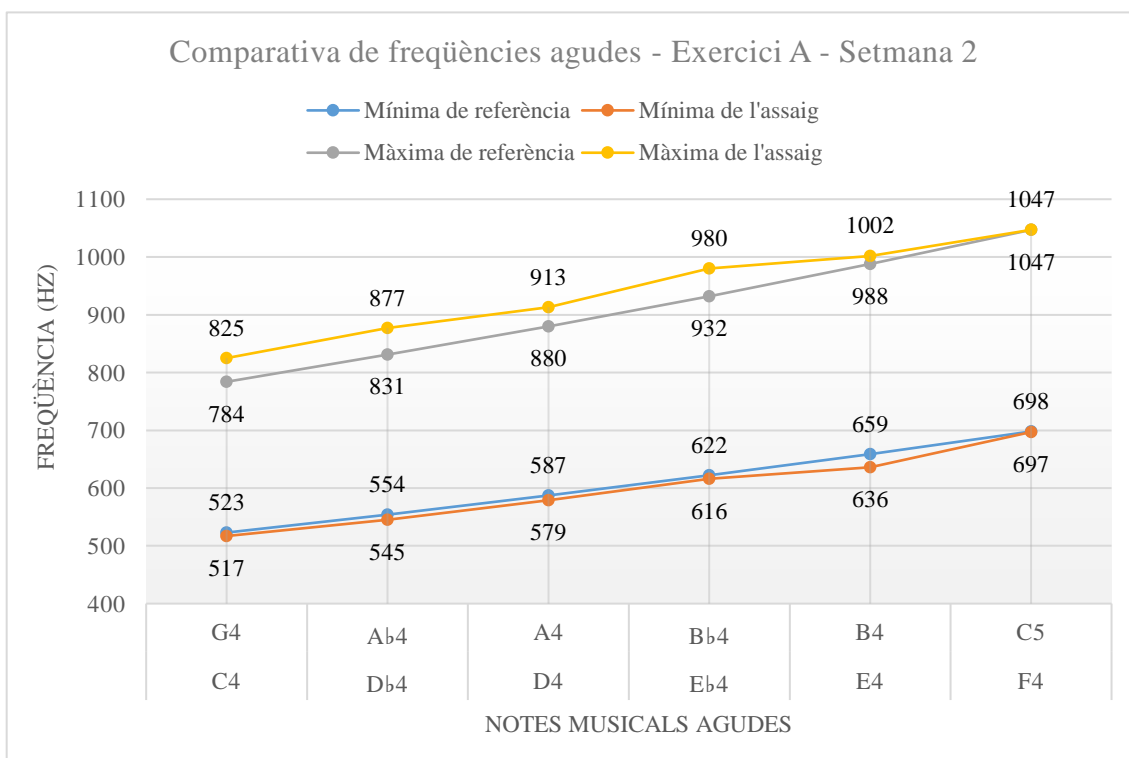


6

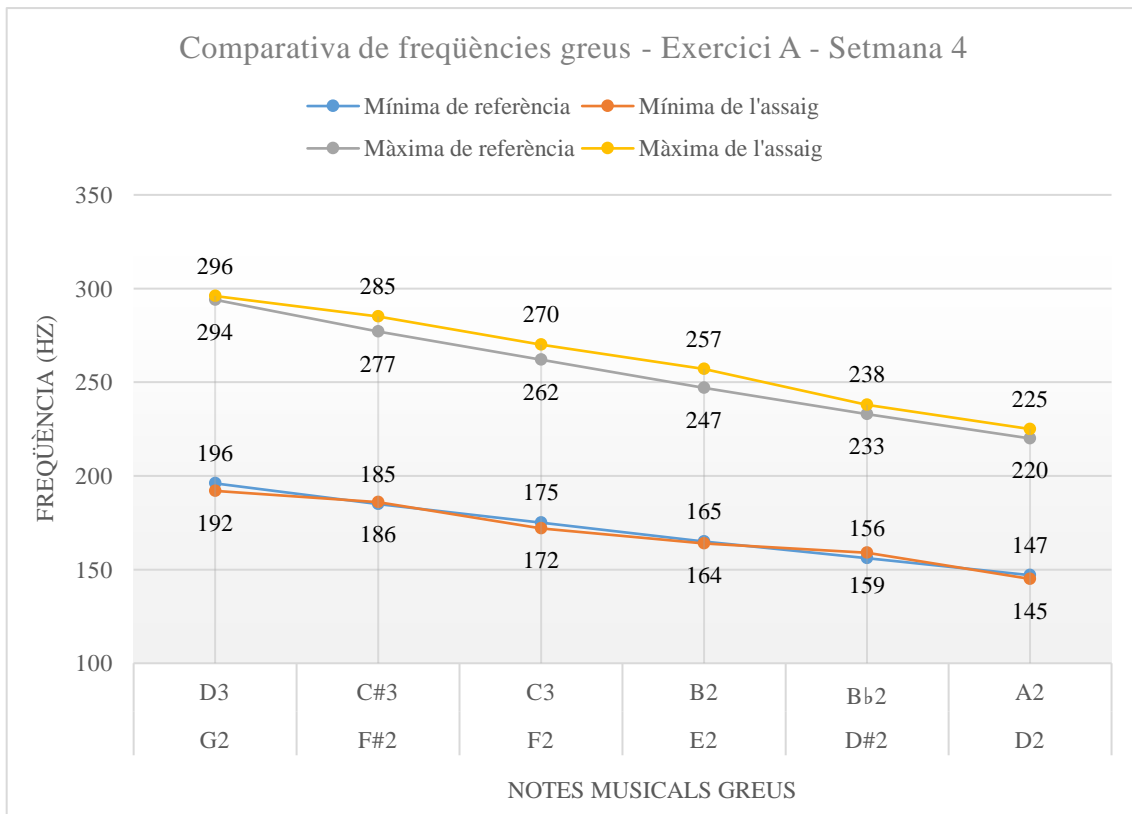
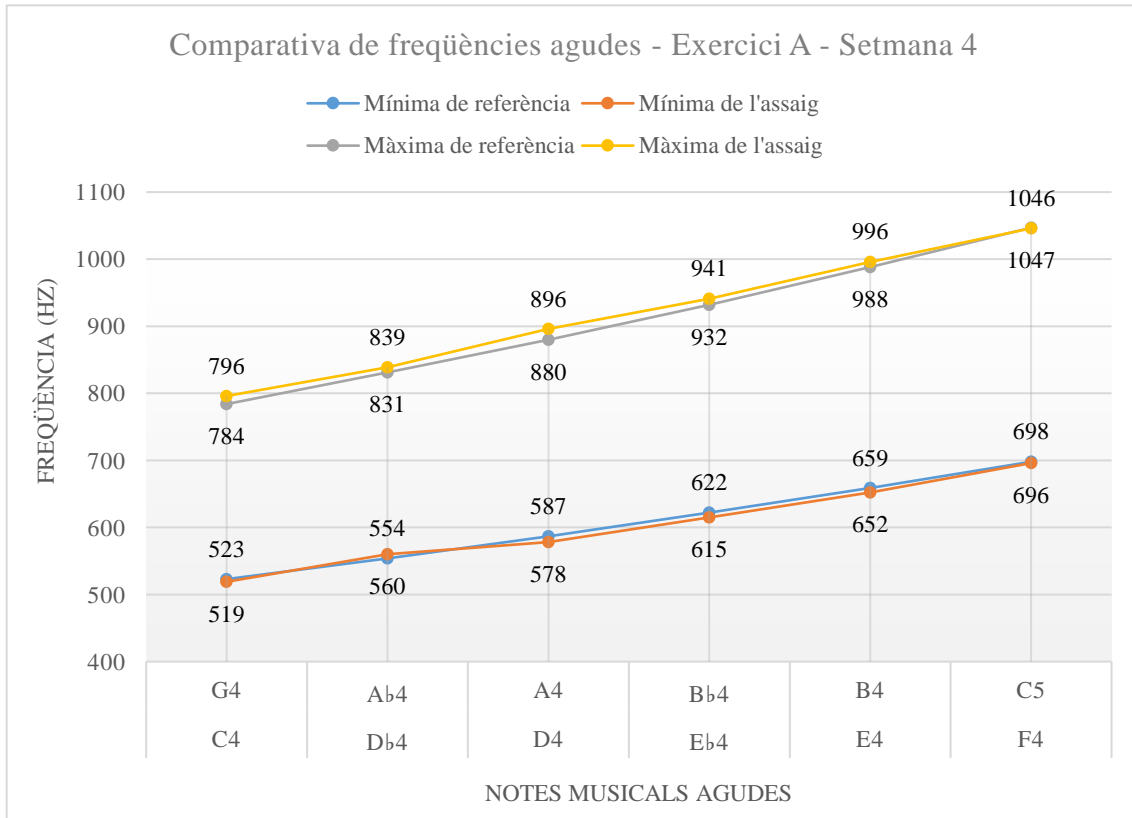


ANNEX 2

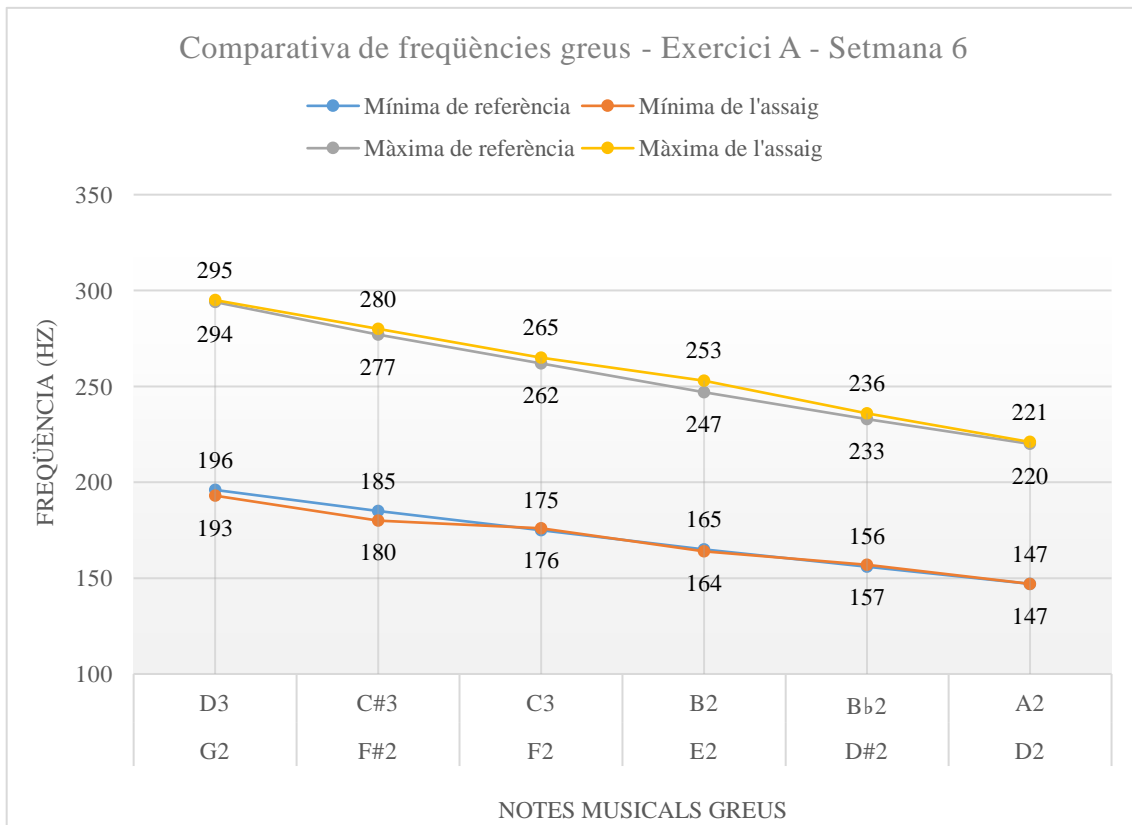
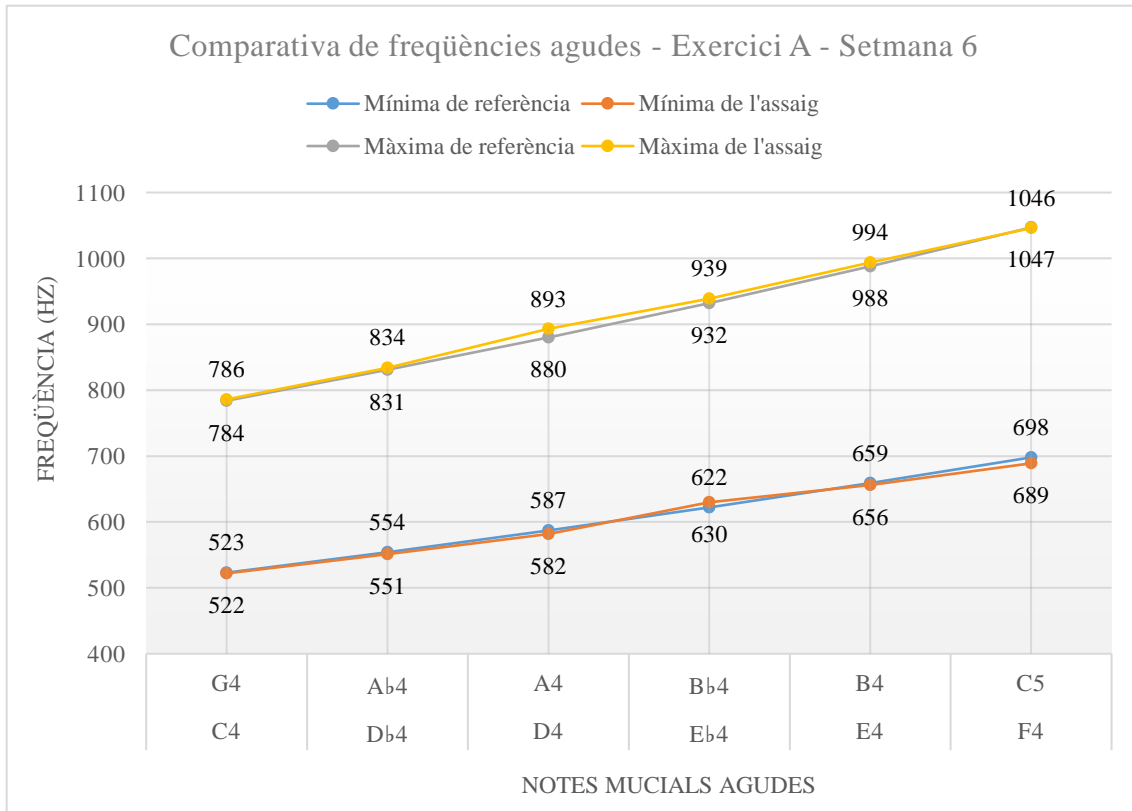
EXERCICI A - SETMANA 2



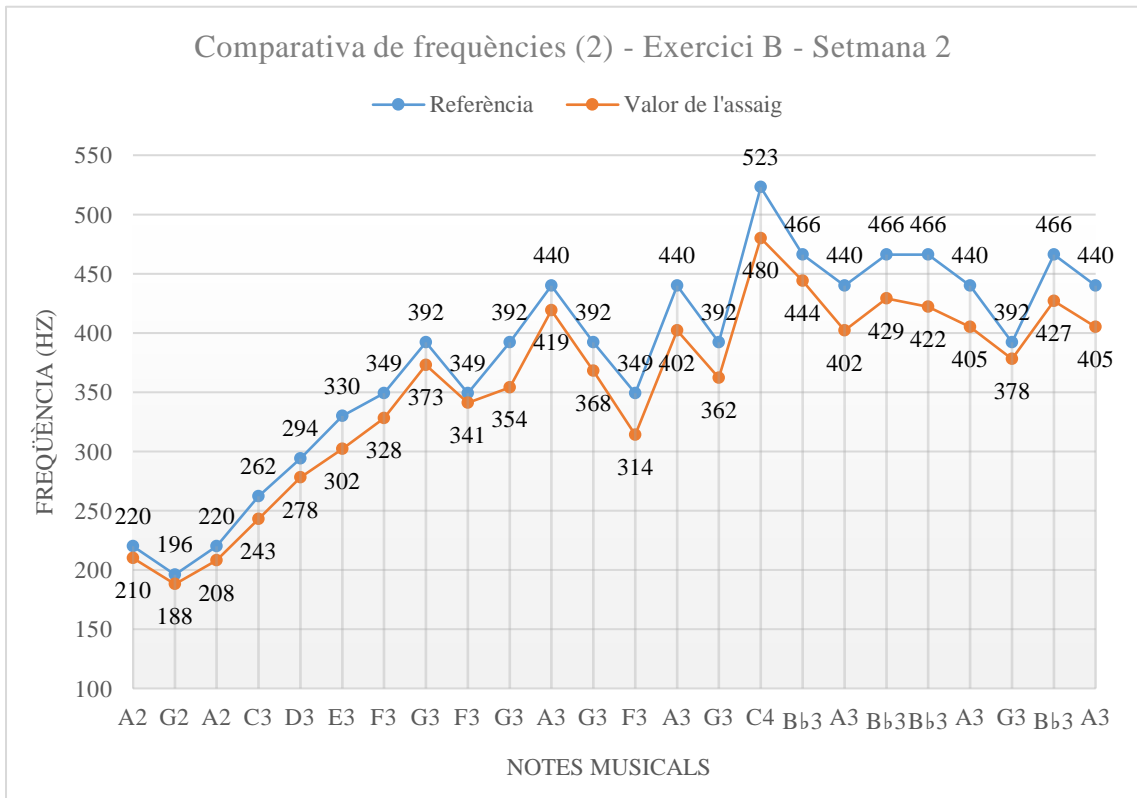
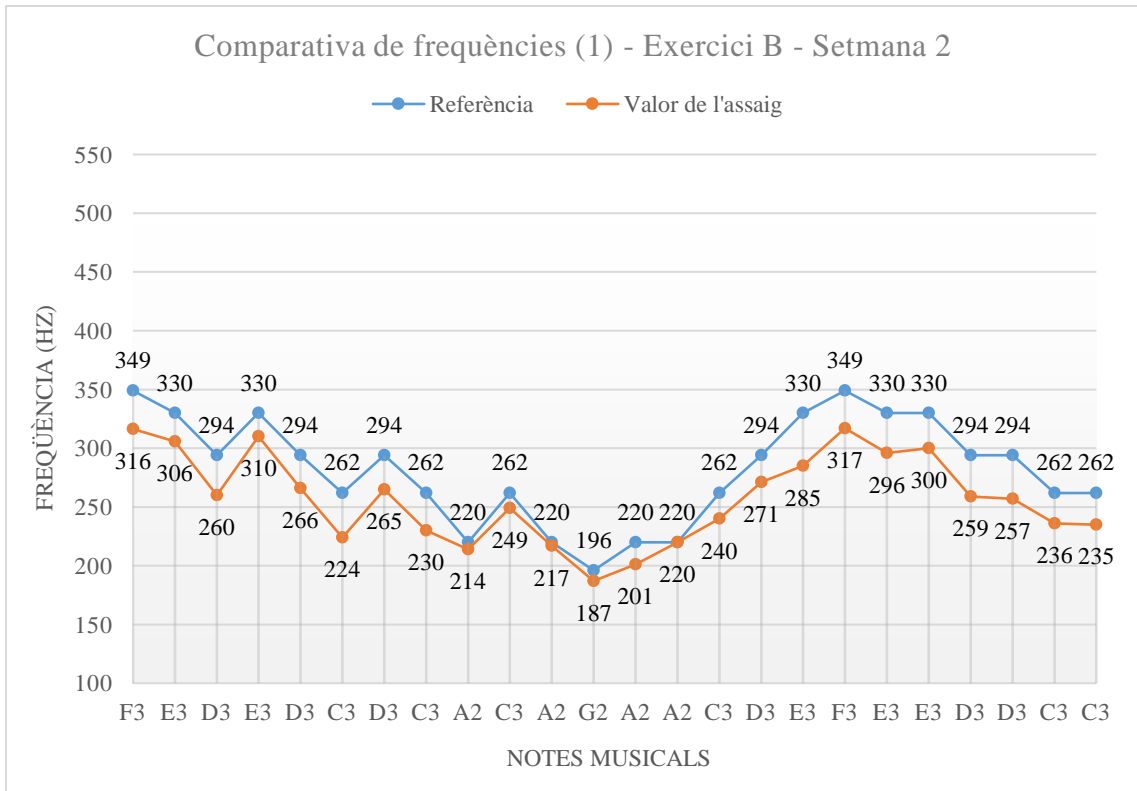
EXERCICI A - SETMANA 4



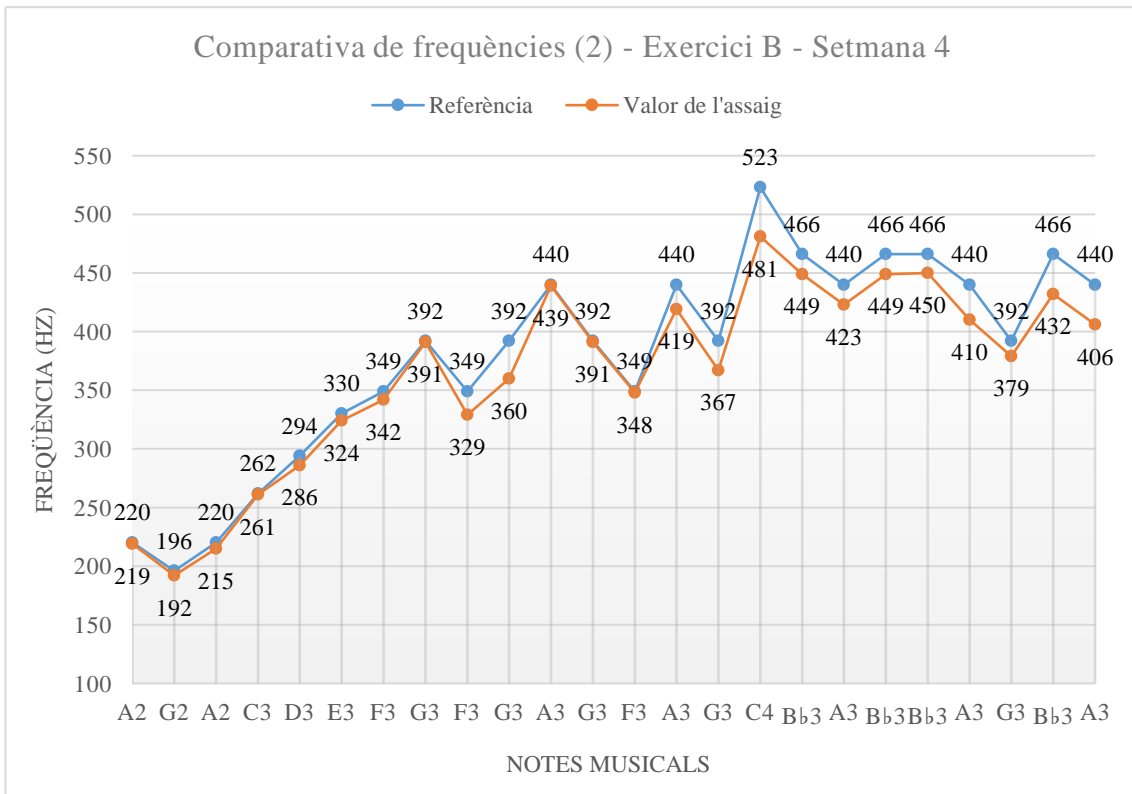
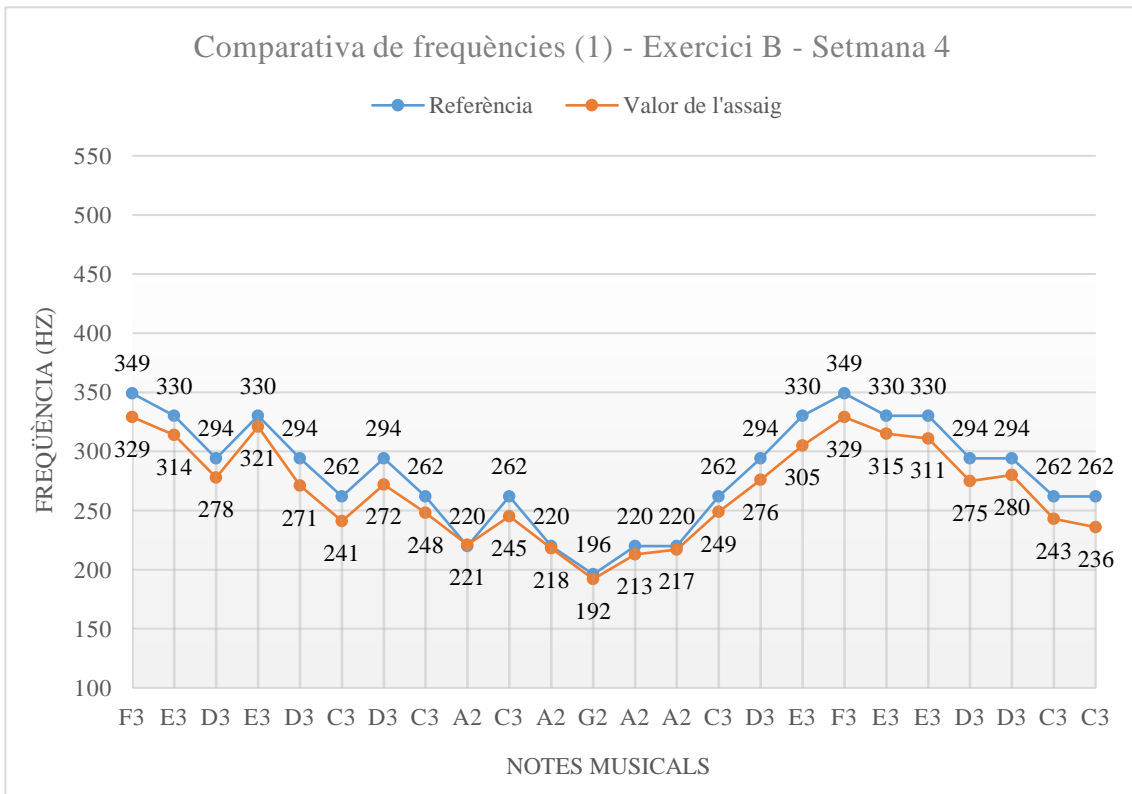
EXERCICI A - SETMANA 6



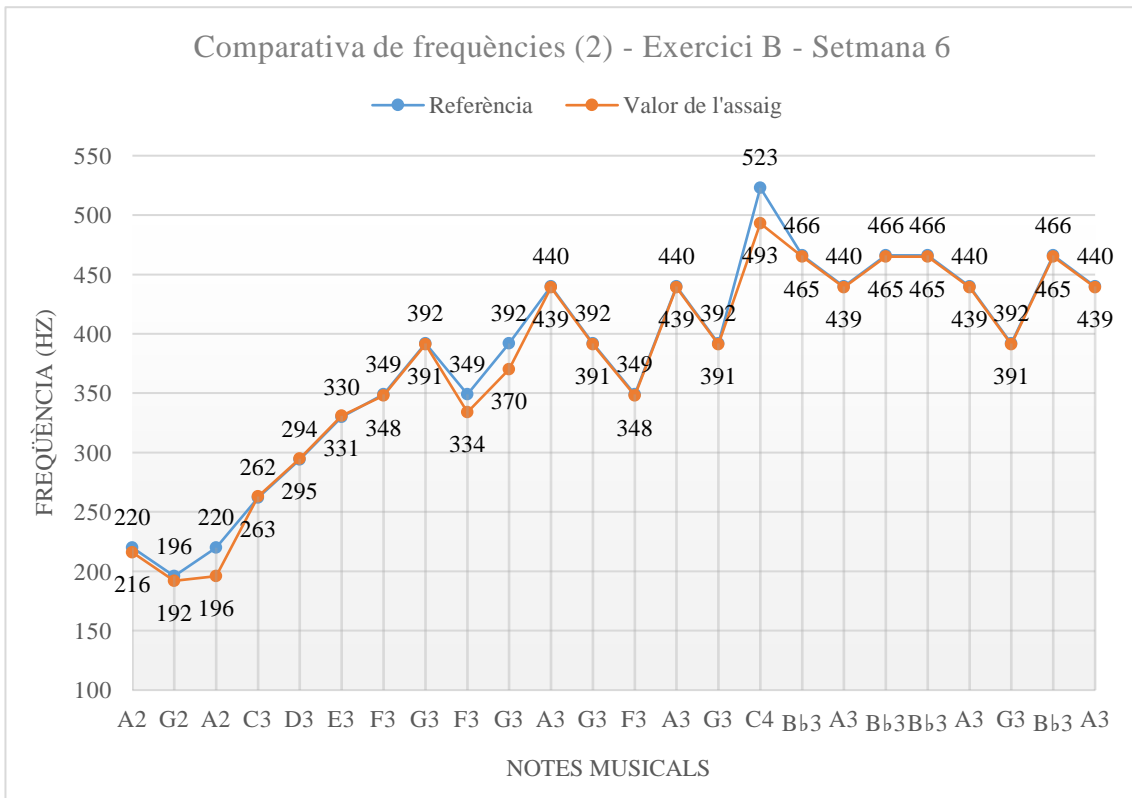
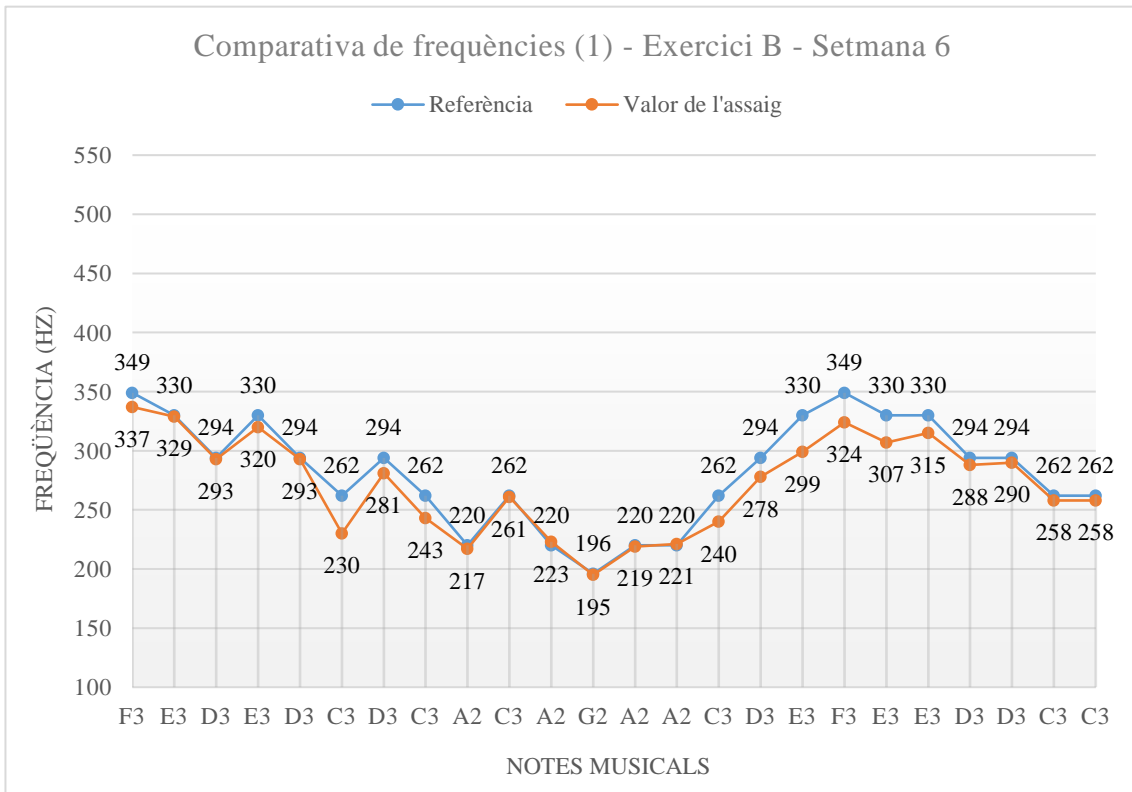
EXERCICI B - SETMANA 2



EXERCICI B - SETMANA 4



EXERCICI B - SETMANA 6



ANNEX 3

ENTREVISTA: MUN TSA RIUS (Barcelona, 1963)



Actriu i cantant catalana que ha participat en musicals com *Mar i Cel*, *Flor de Nit*, *Historietes*, *Company*, *A Little Night Music* o *Mamma Mia*.

Com heu treballat les diferents qualitats vocals al llarg de la vostra carrera?

Jo vaig començar a cantar al Conservatori, però després la meva feina em va portar cap al món del musical. Ens vam haver d'espavilar, perquè gairebé tot el cantant que treballava al món del musical venia del món clàssic i, per tant, ens trobàvem defensant partitures que no eren del tot clàssiques i ens passaven coses rares, com vosaltres viviu ara: passant de la veu de pit a la veu de cap i preguntant-vos si ho esteu fent bé o no ho esteu fent bé. Aleshores, ningú t'ho aclaria, perquè en aquell moment no hi havia una formació. Després, passats molts anys, cap als 30 em vaig apuntar al Taller de Músics i a una escola de jazz que es deia Avinyó. Allà vaig estar dos anys amb un professor que era negre i vaig començar a treballar la veu més moderna i em feia la broma de dir “tu saps molta més tècnica que jo, què t'haig d'ensenyar...” perquè en el món del jazz, no es treballa tant la col·locació vocal sinó que es centra amb els accents, les dinàmiques musicals, els frasejos i les maneres de dir. Finalment, ja més avançat en la meua vida, cap als 40, vaig fer *Voice Craft* i, per mi, va ser bastant revelador. De cop i volta, se'm va fer la llum a moltes coses i conceptes que ja percebia va ser definitiu. I m'ha servit per donar noms i cognoms a les coses: d'això se'n diu la “retracció”, d'això se'n diu “inclinat”... Va ser molt intuïtiu, molt de vivència. Cadascú ho percep d'una manera. He fet també una introducció al *Speech Voice*, però no m'acaba d'agradar, divaga bastant.

M'agrada més tenir una base clàssica, que és el que ara ensenyo, amb matisos, explicacions i raonaments del *Voice Craft*.

Dins la tècnica vocal, heu aprofundit en el rang o espectre vocal?

No. L'espectre bucal va apareixent a mesura que entrenes l'aparell fonador. No es treballa amb una precisió del do 3 al do 4, no es fa així, es treballa en funció que entrenes. Cada exercici serveix per entrenar coses diferents.

A partir de quan ho vau començar a entendre com funciona el cant?

Els primers anys al Conservatori no vaig entendre res, del primer al curs al quart patia patologies constants de disfonia a les cordes vocals, em quedava afònica contínuament, no volia cantar.... Quan vaig canviar de professora i vaig fer cinquè, començo a entendre coses i veig el meu instrument comença a sonar, cinquè, sisè i setè. La veu vol paciència, el que no tenim avui dia, perquè és un entrenament muscular, auditiu, sensible, és una cosa amb molts prismes...

Que ens penseu d'associar només l'afinació amb la freqüència de les cordes vocals i no pas amb el sentit auditiu?

Ho veig molt interessant, no ho sabia. Una de les coses que al llarg de la meua carrera, la meua vivència vocal amb els companys i ara amb la vivència pedagògica, quan algú em pregunta, com és que es desafina? Jo crec que ningú té la resposta exacta. Quan no hi ha afinació pot ser un cúmul de coses. Potser per mala audició, potser la percepció teva, pots tenir molt bona oïda però no poder emetre aquelles notes i ser incapaç de transmetre aquelles notes. Jo tenia un company al Conservatori que tenia molt bona oïda, treia deus als dictats, però no cantava bé, era com un "moscardó" quan cantava. Com és possible que passi això? Un xicot de 10 de dictat però que no sap afinar una nota? Per tant, quan algú s'apunta a una classe de cant, és perquè té una majoria d'encerts més que desencerts en l'afinació. Jo he vist canvis brutals. També hi ha casos, que no descarto, que quan algú no afina bé amb l'entrenament, auditiu i vocal acaben afinant, acaben coordinant. Jo crec que quan algú no afina del tot, associar la desafinació amb la freqüència que emets amb les teves cordes vocals, crec que és molt difícil d'aconseguir. En canvi, crec que va pel sistema neurològic central. Nosaltres percebem unes freqüències, una melodia, unes notes que hem de reproduir i aleshores,

quan nosaltres tenim seguretat bucal amb el nostre instrument, sabem què fer per fer-les sonar, aleshores el sistema nerviós central ho fa quadrar i és quan emetem aquella nota.

Aquest xicot és possible que no afinés perquè anatòmicament no tenia capacitat per arribar a aquella freqüència?

No hi sap arribar, ni s'esforçava. Feia “do, mi, sol do...” i jo pensava... Quan algú no afina fa “Cumpleaños feliz” i saben que puja i que baixa, poden desafinar però la gent saben que puja o que baixa.

Per això la física en aquest aspecte et dóna unes dades específiques que ens poden ajudar. A partir d'un programa, que analitza les freqüències, es pot arribar a saber que alguna cosa no acaba de funcionar bé i, pot ser, que el noi que m'expliques, fes una mala gestió de l'aire o tingués qualsevol cosa que donés lloc a que les cordes no li vibressin a la freqüència adequada.

Podria ser, aquest noi, que deu ser un senyor ja gran, vell, no sé, li hauríem de preguntar... Però si hi ha alguna manera en què és pot ajudar a afinar amb un programa, aquí, la que m'has d'ensenyar ets tu. Jo no en tinc ni idea, de com van aquets programes Saps què vull dir-te? Si hi ha alguna manera que poguéssim anar corregint allò i percebessis que ara estic en aquesta freqüència o en aquesta altra freqüència i poder afinar, crec que seria meravellós.

La freqüència fonamental és una corba melòdica, és com una línia. Si tens un do, re, mi, fa, sol, la freqüència de la nota et pujarà; com més alta la nota, més freqüència. I l'última pregunta va encaminada que si creieu que la física, introduïda en el cant, té futur perquè la gent pugui millorar aspectes.

I tant, i tant, i tant... Jo tinc un programa de l'Appel, *GarageBand*, on la gent sent, quan canta, ja no per gravar-se, que això també, evidentment ara és molt fàcil gravar. Quan érem joves no teníem aquestes facilitats per gravar. O senties... ai sí sento allà algú que canta o parla. Ara avui dia la tècnica són eines valuosíssimes, i a més, eficaces per a la gent que li costa. Per a mi és sensacional, absolutament. A més, si em dius que hi ha una aplicació que ajuda a concretar aquella afinació, a ajustar aquella afinació o, encara més, a adonar-te, perquè tu no estàs afinant ben bé allò, “revolucionario”.

Jo quan analitzo, hi ha una funció que simplifica el so i surt pròpiament la vibració, surt com un prototip, i aquest prototip fa com la nota. Les meves

conclusions van encaminades referent a què la freqüència que emet les cordes vocals, realment són les que afinen la nota. Després tota la projecció que li puguis donar...

Sí, sí això és possible. De totes maneres, les cordes per afinar diferents les notes fan un moviment mínim, eh? Ja ho hem comentat a classe. Per pujar, inclinen, s'estiren una miqueta, són una coseta petita, així. Imagina't, amb aquest petit moviment, mil·limètric, som capaços de fer dues octaves i mitja, els humans, imagina't quin espectre gran amb un tamany tan petit. Vull dir que la precisió ha de ser brutal.

Per tant, no podem estar pensant com una guitarra, que tens uns "trastes", o una flauta que tens uns forats, perquè el moviment que estan fent les cordes vocals no el pots percebre. Però si tens una màquina que te'l diu, potser sí...

En l'anàlisi que he fet he arribat a un do 5, i el do 5 està molt amunt...

Sí, sí és el meu sostre és el do 5. Jo no pujo més, tampoc.

Jo arribava al do 5, però no hi arribava jo, hi arribava la freqüència. La freqüència auditiva no sonava malament però...

A embellir-lo és el que t'ajuda la tècnica. Depèn de la qualitat vocal que hi vulguis donar. Si no estàs cantant òpera, difícilment trobaràs un do 5 en una partitura que és moderna. Per què la gent s'anima tant a cantar? Perquè el compromís vocal que necessita per cantar una partitura és molt menys que en una partitura clàssica. A *La flauta màgica* arribes a un fa 5, saps què vull dir amb això?

Aquest programa que t'ajusta a les freqüències i t'ajuda a afinar és com el de la meva filla. Quan afines et surt verd. Això és una eina bestial.

...

Moltes gràcies, Muntsa.

BIBLIOGRAFIA

Dimon, Theodore (2013). *La voz cantada y hablada : aprende a usar tu voz de manera natural, poderosa y sin esfuerzo, comprendiendo cómo funciona*. Madrid : Gaia

Wilmington (1996). *Speech Tutorials*. Material publicat: *Speech Research Lab, Alfred I. duPont Hospital for Children and the University of Delaware*. Recuperat el 4 de setembre de <http://www.asel.udel.edu/speech/tutorials/acoustics/sound.html>

Gassull, Cecília; Godall, Pere i Martorell, Montserrat (2004). *La veu : orientacions pràctiques*. Barcelona: Publicacions de l'Abadia de Montserrat.

Tomatis, Alfred (2010). *El oído y la voz: foniatría*. Badalona: Paidotribo.

Weichert, C.K. i Presch, W (2002). *Elementos de anatomía de los cordados*. México: McGraw-Hill

Henderson, T. (2016). Sound waves and music. *Physics Tutorial, The Physics Classroom*. Material no publicat. Recuperat el 9 de octubre de <http://www.physicsclassroom.com/Class/sound>

Peakham, Anne (2006). *Vocal workouts of contemporary singer*. Boston: Berklee Press.

Gil, J. (1988). *Los sonidos del lenguaje*. Madrid: Síntesis.

Villasuso, J. (2003). Ondas o movimiento ondulatorio. *Física interactiva, Recursos de física para ESO y Bachillerato*. Material no publicat. Recuperat el 20 de novembre de http://teleformacion.edu.aytolacoruna.es/FISICA/document/fisicaInteractiva/Ondasbachillerato/Ondas_bach_indice.htm