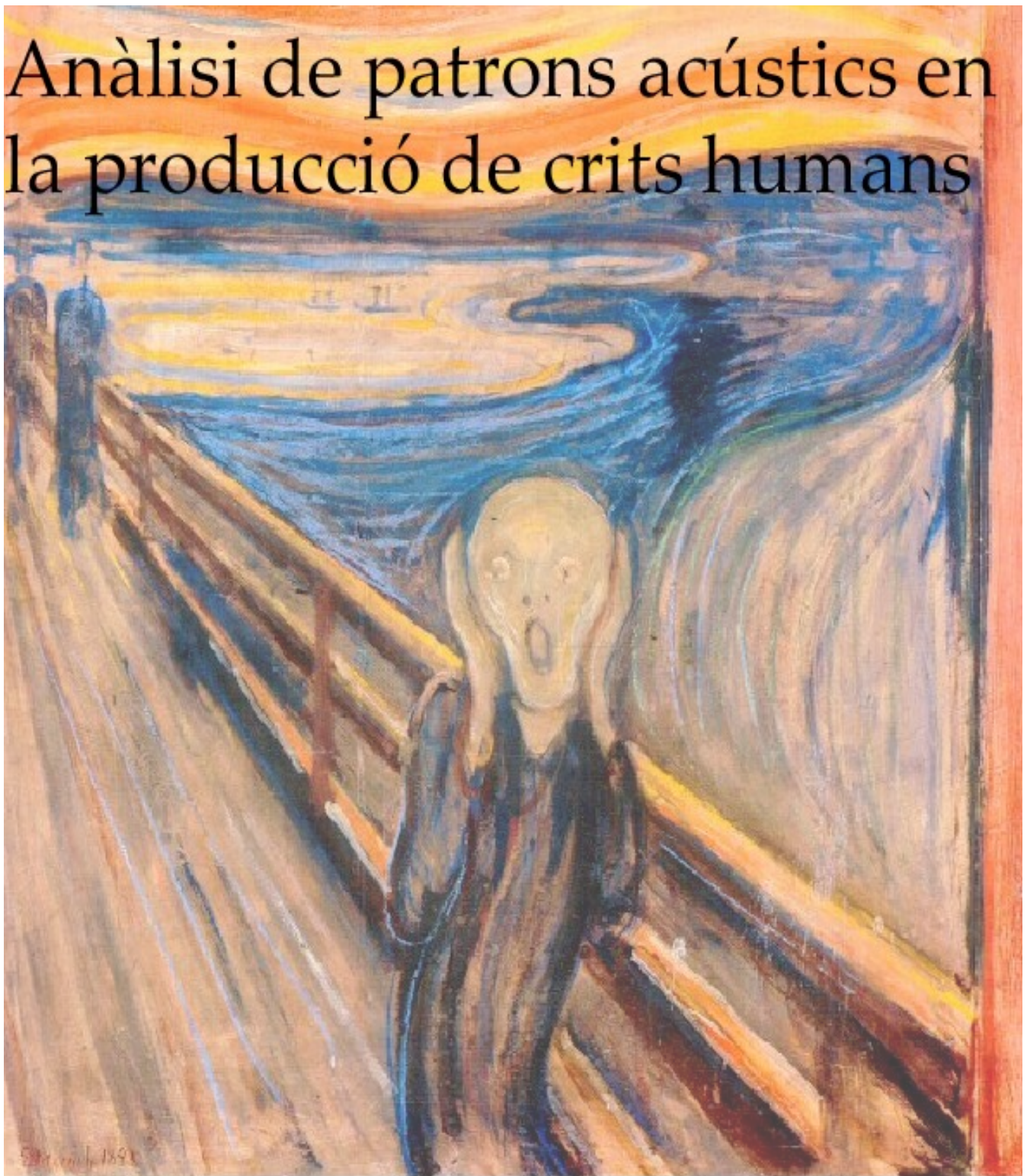


Anàlisi de patrons acústics en la producció de crits humans



Índex de continguts

Introducció.....	6
1. Marc teòric: Què és un crit?.....	7
1.1 El so.....	7
1.1.1 Característiques del so.....	8
1.1.1.1 Moviment periòdic.....	8
1.1.1.1.1 Magnituds del moviment periòdic.....	9
1.1.1.1.2 Moviment Oscil·latori.....	11
1.1.1.1.3 Moviment vibratori harmònic simple.....	11
1.1.1.1.4 Moviment vibratori complex.....	12
1.1.1.1.5 Moviment vibratori esmorteït.....	13
1.1.2 Qualitats del so.....	14
1.1.2.1 L'altura.....	14
1.1.2.2 La intensitat.....	15
1.1.2.2.1 La intensitat absoluta i la intensitat relativa.....	16
1.1.2.2.2 Relació entre estímul i sensació: el Bel.....	17
1.1.2.3 Timbre.....	18
1.2 Explicació de les característiques analitzades als crits en els experiments.....	20
1.2.1 "Brightness".....	20
1.2.2 Desviació típica de la freqüència.....	20
1.2.3 "Attack time".....	21
1.3 Producció del crit: Aparell fonador.....	21
1.3.1 Aparell fonador.....	21
1.3.1.1 La manxa de l'aparell fonador.....	22
1.3.1.2 El vibrador de l'aparell fonador.....	23
1.3.1.3 Els ressonadors de l'aparell fonador.....	25
1.3.4 Control de l'aparell fonador.....	25
1.4 Percepció del crit: Sistema auditiu.....	25
1.4.1 Sistema auditiu perifèric.....	26
1.4.1.1 Orella externa.....	26
1.4.1.2 Orella mitjana.....	28
1.4.1.3 Orella interna.....	30
1.4.2 Sistema nerviós central auditiu.....	34
2. Part experimental.....	35
2.1 Anàlisi de patrons acústics en la producció de crits humans.....	35
2.1.1 Resum.....	35
2.1.2 Antecedents.....	35

2.1.3 Mètode.....	36
2.1.3.1 Mostra	36
2.1.3.2 Experiment.....	37
2.1.3.3 Descripcions i eines.....	38
2.1.4 Resultats.....	38
2.1.4.1 "Brightness".....	38
2.1.4.2 Desviació típica de la freqüència.....	40
2.1.4.3 Extremitat dels crits.....	42
2.1.4.4 Percepció dels crits.....	44
2.1.5 Conclusions.....	45
2.1.5.1 Comparació crits reals amb crits doblats.....	45
2.1.5.2 Comparació entre sexes.....	45
2.1.5.3 Emocions.....	46
2.1.5.3.1 Dolor.....	46
2.1.5.3.2 Por.....	46
2.1.5.3.3 Sorpresa.....	46
2.1.5.4 Percepció dels crits.....	46
2.1.6 Referències.....	47
2.2 Importància dels patrons analitzats alhora de caracteritzar una emoció.....	48
2.2.1 Resum.....	48
2.2.2 Mètode.....	48
2.2.2.1 Mostra.....	48
2.2.2.2 Experiment.....	49
2.2.3 Resultats.....	53
2.2.3.1 "Brightness"	53
2.2.3.2 Desviació estàndard de la freqüència.....	54
2.2.3.3 "Attack time"	54
2.2.3.4 Percepció dels crits amb les característiques canviades.....	55
2.2.4 Conclusions.....	55
3. Conclusions generals.....	56
Agraïments.....	57
Bibliografia.....	57
Webgrafia.....	58
Annexos.....	60
Annex A: Operacions realitzades per dur a terme l'anàlisi de patrons acústics en la producció de crits humans.....	60
Desviacions estàndard de les dades.....	60
Mitjanes en els crits doblats	60
Mitjana "Attack time".....	60
Dolor.....	60

Por.....	60
Sorpresa.....	61
Mitjana "Brightness" en els crits doblats.....	61
Dolor.....	61
Por.....	61
Sorpresa.....	62
Mitjana desviació típica de la freqüència	62
Dolor.....	62
Por.....	62
Sorpresa.....	63
Mitjanes en els crits reals.....	63
Mitjana "Attack time".....	63
Dolor.....	63
Por.....	63
Mitjana "Brightness"	64
Dolor.....	64
Por.....	64
Mitjana desviació típica de la freqüència	64
Dolor.....	64
Por.....	65
Annex B: Codis utilitzats al Matlab amb la llibreria MIRtoolbox per dur a terme l'anàlisi de patrons acústics en la producció de crits humans.....	65
Annex C: Enquesta duta a terme per a l'anàlisi de patrons acústics en la producció de crits humans.....	66
Annex D: Enquesta duta a terme per a la importància dels patrons analitzats alhora de caracteritzar una emoció.....	77

Índex d'il·lustracions

Il·lustració 1: Representació esquemàtica del processament del so a l'orella. (Blau: ones sonores. Vermell: timpà. Groc: còclea. Verd: cèl·lules ciliades. Lila: espectre de freqüència resultant després de tot el procés. Taronja: Impuls del nervi.).....	7
Il·lustració 2: Representació dels termes longitud d'ona i amplitud.....	9
Il·lustració 3: Representació del terme període.....	10
Il·lustració 4: Representació d'un moviment vibratori harmònic simple (tenint en compte que el temps expressat té un valor molt baix).....	12
Il·lustració 5: Explicació del Teorema de Fourier. On (a): 400 Hz (b): 880 Hz (c): 1320 Hz (d): Ona resultant de la suma dels diferents moviments harmònics simples.....	13
Il·lustració 6: Exemple de moviment vibratori esmorteït.....	14
Il·lustració 7: Variació del llinzar d'audibilitat depenent de la freqüència.....	16

Il·lustració 8: Forma d'ona d'un La4 produït per una flauta.....	19
Il·lustració 9: Forma d'ona d'un La4 produït per un violí.....	19
Il·lustració 10: L'aparell fonador i les seves parts.....	21
Il·lustració 11: Representació de la caixa toràcica.....	22
Il·lustració 12: Les cordes vocals.....	24
Il·lustració 13: Representació de l'orella externa.....	26
Il·lustració 14: Variació de la intensitat en el pavelló auricular i el conducte auditiu extern ...	27
Il·lustració 15: Variació del so depenent de la seva localització.....	27
Il·lustració 16: Representació de l'orella mitjana.....	28
Il·lustració 17: Amplificació a l'orella mitjana en funció de la freqüència.....	29
Il·lustració 18: Tall transversal de la còclea.....	31
Il·lustració 19: Esquema del sistema auditiu amb la còclea desenrotllada.....	32
Il·lustració 20: Resposta freqüencial de la membrana basilar.....	33
Il·lustració 21: Mitjana del "Brightness" en els crits doblats tenint en compte el gènere i el total. També, la desviació estàndard de les dades respecte el total.....	39
Il·lustració 22: Mitjana del "Brightness" en els crits reals tenint en compte el gènere i el total. També, la desviació estàndard de les dades respecte el total.....	40
Il·lustració 23: Mitjana de la desviació típica de la freqüència en els crits doblats tenint en compte el gènere i el total. També, la desviació estàndard de les dades respecte el total.....	41
Il·lustració 24: Mitjana de la desviació típica de la freqüència en els crits reals tenint en compte el gènere i el total. També, la desviació estàndard de les dades respecte el total.....	42
Il·lustració 25: Mitjana del valor del coeficient de l' "Attack time" en els crits doblats tenint en compte el gènere i el total. També, la desviació estàndard de les dades respecte el total.....	43
Il·lustració 26: Mitjana del valor del coeficient de l' "Attack time" en els crits reals tenint en compte el gènere i el total. També, la desviació estàndard de les dades respecte el total.....	44
Il·lustració 27: Mètode per aplicar "Brightness"	50
Il·lustració 28: Mètode per extreure "Brightness"	50
Il·lustració 29: Variació de la freqüència en funció del temps en el crit de dolor.....	51
Il·lustració 30: Freqüència del crit de dolor un cop sintetitzat.....	51
Il·lustració 31: Variació de la freqüència en funció del temps en el crit de por.....	52
Il·lustració 32: Freqüència del crit de por un cop sintetitzat.....	52

Índex de taules

Taula 1: Resultats de la percepció dels crits.....	44
Taula 2: Característiques dels crits abans de modificar els seus patrons acústics.....	49
Taula 3: Característiques dels crits després de modificar els seus patrons acústics.....	54
Taula 4: Resultat de la percepció dels crits amb les característiques canviades.....	55

Introducció

En els darrers anys, s'ha fet molta recerca sobre quines són les característiques acústiques que diferencien sons produïts en emocions diferents. En la majoria dels casos, s'ha utilitzat la parla com a base d'aquests estudis. No obstant això, aquest tipus d'estudis han estat criticats per diversos autors perquè les frases que s'han utilitzat per a analitzar les diferents emocions han estat reproduïdes per actors i per tant es creu que és una reproducció falsa i que no se'n pot extreure els paràmetres vertaders.

En aquest treball pretenc estudiar quines són les característiques acústiques de les següents emocions: por, dolor i sorpresa, però utilitzant com a base el crit ja que es creu que és la màxima representació emocional acústica. També, vull investigar la diferència que hi ha entre els crits que han estat produïts en una situació real i el que ho han estat en una de fictícia i com varien depenent del sexe. A més, examinaré la importància de les característiques analitzades en els crits per veure si aquestes són determinants alhora d'associar un crit a una emoció.

Per a fer-ho, l'estructura del treball és la següent: En primer lloc hi ha una part teòrica que serveix per entendre millor els experiments posteriors. Aquesta part, compren l'explicació del crit i la seva percepció i producció. A continuació, hi ha la part experimental que està formada per dos experiments dels quals s'explica els seus objectius, els seus mètodes, els seus resultats, i les seves conclusions.

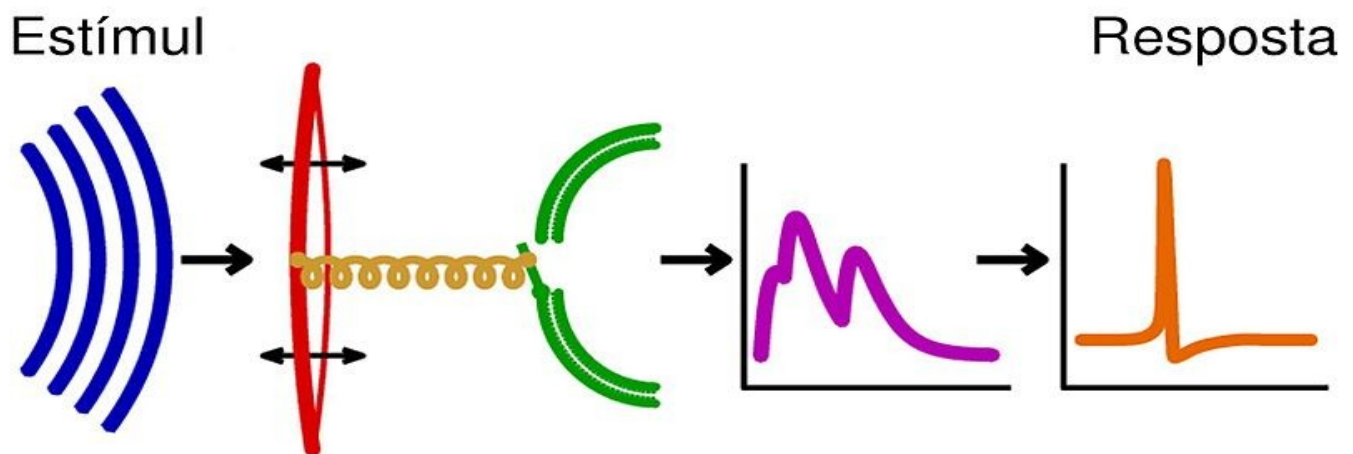
1. Marc teòric: Què és un crit?

Primerament hem de saber que és un crit i quines característiques té, ja que d'aquesta manera el podrem analitzar i entendre'l millor. El crit, físicament parlant, és un so.

1.1 El so

El so es pot definir com la sensació que es produeix en el nostre òrgan auditiu com a conseqüència de les vibracions dels cossos que es propaguen a través d'un medi.

Aquesta vibració transmesa per un medi material en forma d'ona, és la que entra al pavelló acústic i fa vibrar el timpà. Després, com s'explicarà posteriorment, aquesta vibració es transmesa de l'orella mitjana a la interna mitjançant la cadena d'ossets i un cop a l'orella interna es transforma en un senyal elèctric mitjançant la còclea que fa que el nervi acústic el capti i que nosaltres experimentem la sensació sonora.



Il·lustració 1: Representació esquemàtica del processament del so a l'orella. (Blau: ones sonores. Vermell: timpà. Groc: còclea. Verd: cèl·lules ciliades. Lila: espectre de freqüència resultant després de tot el procés. Taronja: Impuls del nervi.)

Per tant, per que existeixi el so, són precisos tres condicions que deriven de la necessitat de la existència d'aquests tres elements: un element productor, un element transmissor, i un element receptor.

L'element productor ha de ser un cos material sòlid, líquid o gasós, que realitzi un moviment anomenat vibratori. Aquest procediment pot ser obtingut per procediments molt variats com els que utilitzen els instruments musicals.

El medi transmissor també ha de ser material i, igual que l'element productor, pot ser sòlid, líquid o gasós. En aquest medi, que generalment és l'aire, és on es propaguen les ones produïdes per el moviment vibratori del cos productor.

L'element receptor és de suma importància perquè si no hi fos només hi hauria el moviment vibratori i les ones que aquest moviment produeix, però no hi hauria so.

Com s'ha dit anteriorment, el cos productor ha de realitzar un moviment anomenat moviment vibratori per tal que els humans puguem captar el so. Aquest moviment es troba dins dels moviments oscil·latoris i aquest, al mateix temps, es troba dins dels moviments periòdics.

1.1.1 Característiques del so

1.1.1.1 Moviment periòdic

Un cos realitza un moviment periòdic quan els valors de la posició, la velocitat, i l'acceleració es repeteixen després d'un interval de temps anomenat període. Hi han molts exemples d'aquests tipus de moviment: els dels planetes, dels satèl·lits, fins a les vibracions de les cordes d'un instrument, o el pèndol d'un rellotge de paret. En general, és qualsevol moviment que es repeteix a intervals de temps iguals.

Al haver-hi tants moviments periòdics i tant diferents entre ells, aquests s'identifiquen particularment i es diferencien de la resta del seu grup per les magnituds que tenen.

1.1.1.1 Magnituds del moviment periòdic

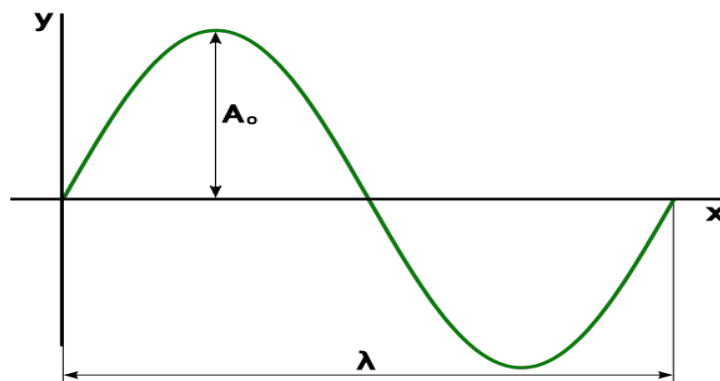
Aquestes magnituds poden ser de dos classes depenent de la característica principal a la qual fa referència: espai o temps.

Les magnituds que fan referència a l'espai són: la longitud d'ona, l'elongació i l'amplitud, mentre que les que fan referència al temps són: el període, la fase, el temps d'amplitud i la freqüència.

Longitud d'ona (λ) o cicle : és la distància que hi ha entre dos punts l'estat de moviment del qual és idèntic. Es mesura en unitats de longitud i per tant, en el sistema de unitats del S.I la unitat és el metre (m).

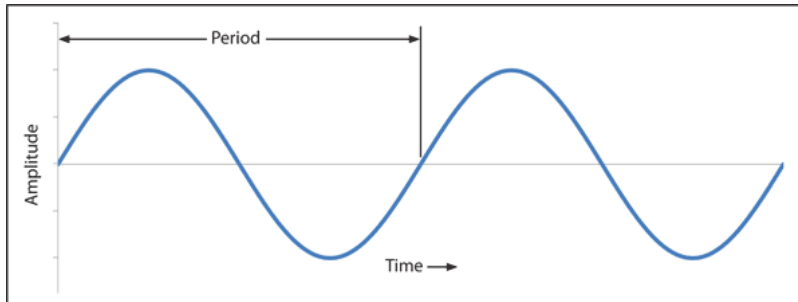
Elongació (x): és la distància en un instant determinat entre el cos i la seva posició d'equilibri o de repòs. També és mesura en unitats de longitud. Cal dir, que és una magnitud variable en el temps, és a dir que en cada instat és diferent.

Amplitud (A): és la distància entre el punt d'equilibri i cada un dels punts extrem d'una ona. Per tant, l'amplitud també és la elongació màxima, ja que és la distància màxima que el cos es pot separar de la posició d'equilibri. Es mesura en unitats de longitud.



Il·lustració 2: Representació dels termes longitud d'ona i amplitud

Període (T): és el temps transcorregut entre dos punts equivalents de l'oscil·lació. Es mesura en unitats de temps, és a dir en segons (s). Per tant, el període és també el temps que dura un cicle.



Il·lustració 3: Representació del terme període

Freqüència (f): és la mesura del nombre de vegades que un cos passa per la mateixa posició i sentit per unitat de temps. És a dir, el nombre de vegades que es realitza un cicle per segon. Per tant la freqüència es mesura en cicles per segon:

$$f = \text{cicles/segon}$$

No obstant, el cicle per segon es denomina Hertz (Hz) en honor al físic Heinrich Hertz.

A més, la freqüència i el període estan relacionats entre sí ja que si en realitzar un cicle es tarda T segons, com indica la definició de període i per altra part en un segon es realitzen f cicles, com indica la freqüència, s'obté que el període i la freqüència són magnituds inverses.

$$f = \frac{1}{T}$$

Fase (ϕ): És el temps o angle necessari perquè els cos es desplaci des de la posició d'equilibri fins a una posició qualsevol de la seva trajectòria, o viceversa, i sempre pel camí més curt. Es pot mesurar com un temps o un angle.

S'anomena **fase inicial** (ϕ_0), a la fase en el moment inicial de l'observació, sempre que aquest inici de l'observació no coincideixi amb el pas del cos pel punt de repòs.

S'anomena **diferència de fase** ($\Delta \phi$) entre dos moviments periòdics de igual període, el temps que transcorre des de l'instant en què l'elongació d'un d'ells es troba a zero fins l'instant en què l'elongació de l'altre té aquest mateix valor.

1.1.1.2 Moviment Oscil·latori

Dins dels moviments periòdics trobem els oscil·latoris que són aquells en què el mòbil es desplaça seguint una trajectòria rectilínia o curvilínia recurrent-la alternativament en un sentit i en el sentit contrari.

Per exemple, un cas de moviment oscil·latori rectilini seria una massa penjada d'una molla ja que si el fregament és negligible, la massa realitzarà un moviment d'ascens i de descens que es repetirà indefinidament.

L'exemple en el cas del moviment oscil·latori curvilini seria un pèndul d'un rellotge que recorre l'arc de circumferència a un costat i a l'altre de la posició de repòs.

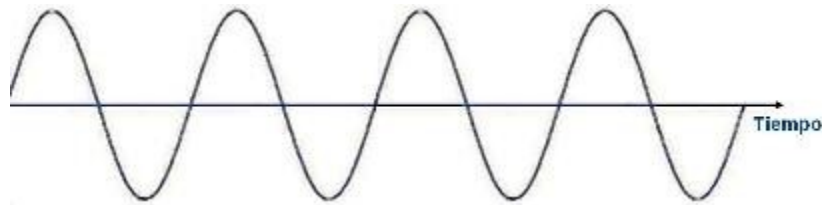
1.1.1.3 Moviment vibratori harmònic simple

Un cas particular del moviment oscil·latori rectilini el trobem en el moviment vibratori ja que quan les oscil·lacions són molt petites s'anomenen vibracions. Per tant, es pot dir que el moviment vibratori és un moviment oscil·latori, les oscil·lacions del qual són molt petites.

També, es diu que un moviment és harmònic quan el desplaçament del cos és directament proporcional a la força que provoca aquest desplaçament.

S'anomena que el moviment és simple quan el cos vibra seguint una sola trajectòria.

Les altres magnituds tenen el mateix significat que les que s'han definit anteriorment ja que no s'ha d'oblidar que el moviment vibratori és un cas particular del moviment periòdic.



Il·lustració 4: Representació d'un moviment vibratori harmònic simple (tenint en compte que el temps expressat té un valor molt baix).

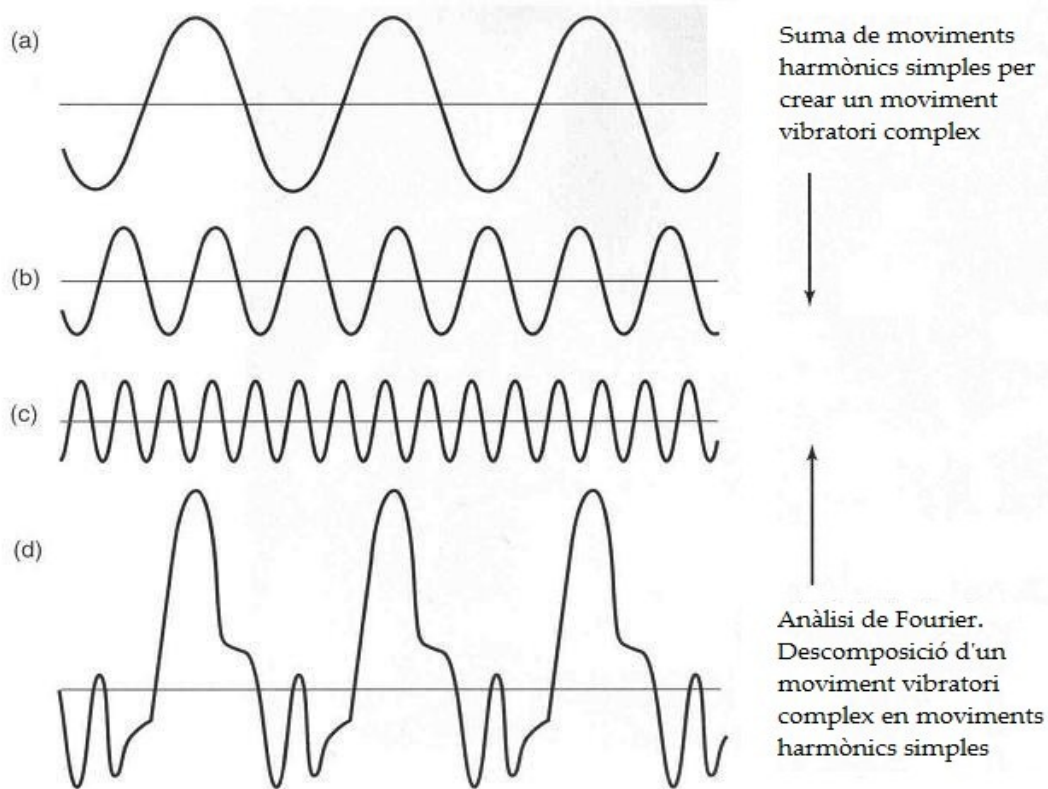
1.1.1.4 Moviment vibratori complex

La majoria de sons que es produeixen, així com el crit, són moviments vibratoris complexos, és a dir que han estat produïts per moviments de diferents direccions i això feia que fossin molt difícils d'analitzar.

No obstant això, el teorema del matemàtic Jean-Baptiste-Joseph Fourier, conegut amb el nom de Teorema de Fourier, ha fet que fos molt més fàcil analitzar el so entre d'altres, ja que relaciona els moviments vibratoris amb moviments harmònics simples.

Concretament, aquest teorema diu que qualsevol moviment vibratori es pot expressar com una suma de moviments harmònics simples els períodes dels quals seran T , $T/2$, $T/3$, ... i per tant les freqüències seran f , $2f$, $3f$,...

Per tant, es pot arribar a la conclusió que la suma de moviments harmònics simples de diferent període crearan un moviment vibratori complex.



Il·lustració 5: Explicació del Teorema de Fourier. On (a): 400 Hz (b): 880 Hz (c): 1320 Hz (d): Ona resultant de la suma dels diferents moviments harmònics simples.

1.1.1.5 Moviment vibratori esmorteït

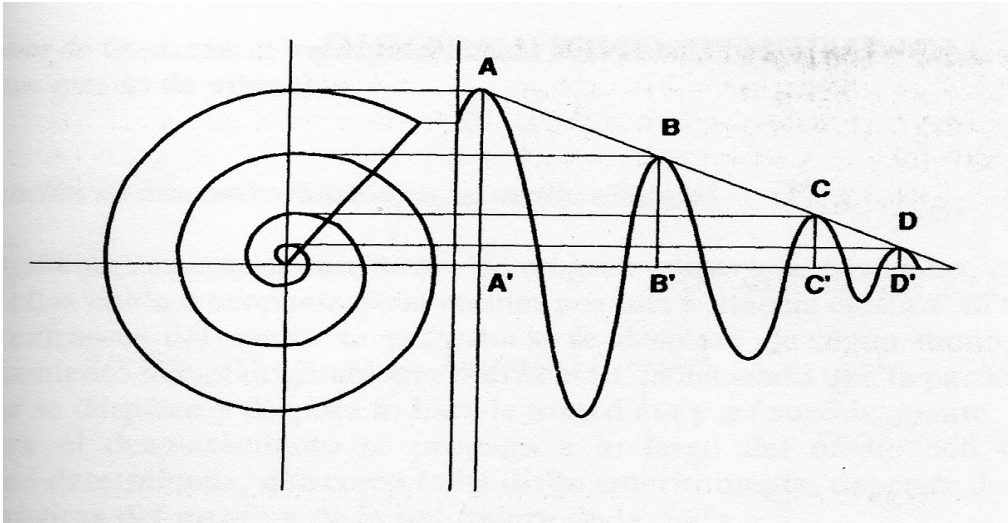
Fins ara, s'ha donat per entès que les característiques del moviment vibratori eren constants en el temps. Però, la resistència del medi en el qual es realitza el moviment, com seria a la Terra el fregament amb l'aire, fa que les característiques vagin variant en funció del temps, i que segueixin les normes del moviment vibratori esmorteït.

Com es pot veure a la il·lustració 6, la representació gràfica correspon a un punt que segueix una trajectòria coneguda com a espiral logarítmica o caragol.

La amplitud del moviment vibratori esmorteït correspon a la de la primera vibració i, com es

pot veure, aquesta amplitud disminueix en cada vibració amb un decreixement conegut amb el nom de logarítmic.

Per altra banda, el període es manté constant dins de certs límits de esmoreïment, però, si aquests límits són arrabassats les vibracions passen a ser aperiòdiques.



Il·lustració 6: Exemple de moviment vibratori esmoreït

1.1.2 Qualitats del so

Com que ja hem vist que un crit és un so, les qualitats que aquest tindrà seran les mateixes que les del so.

Les qualitats del so són les característiques particulars i diferenciadores dels sons que el sentit de l'audició té la possibilitat de distingir i identificar.

Hi han moltes qualitats que les persones podem distingir en tota sensació sonora. Però, les que s'estudien en aquest treball són les següents: l'altura, la intensitat i el timbre.

1.1.2.1 L'altura

L'altura d'un so és la qualitat que es vol expressar quan es diu que un so és més greu o més

agut que un altre. L'altura depèn principalment de la freqüència del moviment vibratori que origina el so. Els sons greus es caracteritzen per estar produïts per moviments vibratoris de freqüència baixa mentre que els sons aguts per estar produïts per moviments vibratoris de freqüència elevada.

La nostra orella no reacciona davant de totes les freqüències existents, sinó que només transforma en so les freqüència que es troben aproximadament entre 16Hz i 20000Hz. Aquesta gama de freqüències audibles se l'anomena "Banda de Audiofreqüència". Els límits de la "Banda de Audiofreqüència" no són exactes ni fixes per a totes les persones, sobretot al que fa referència al límit superior.

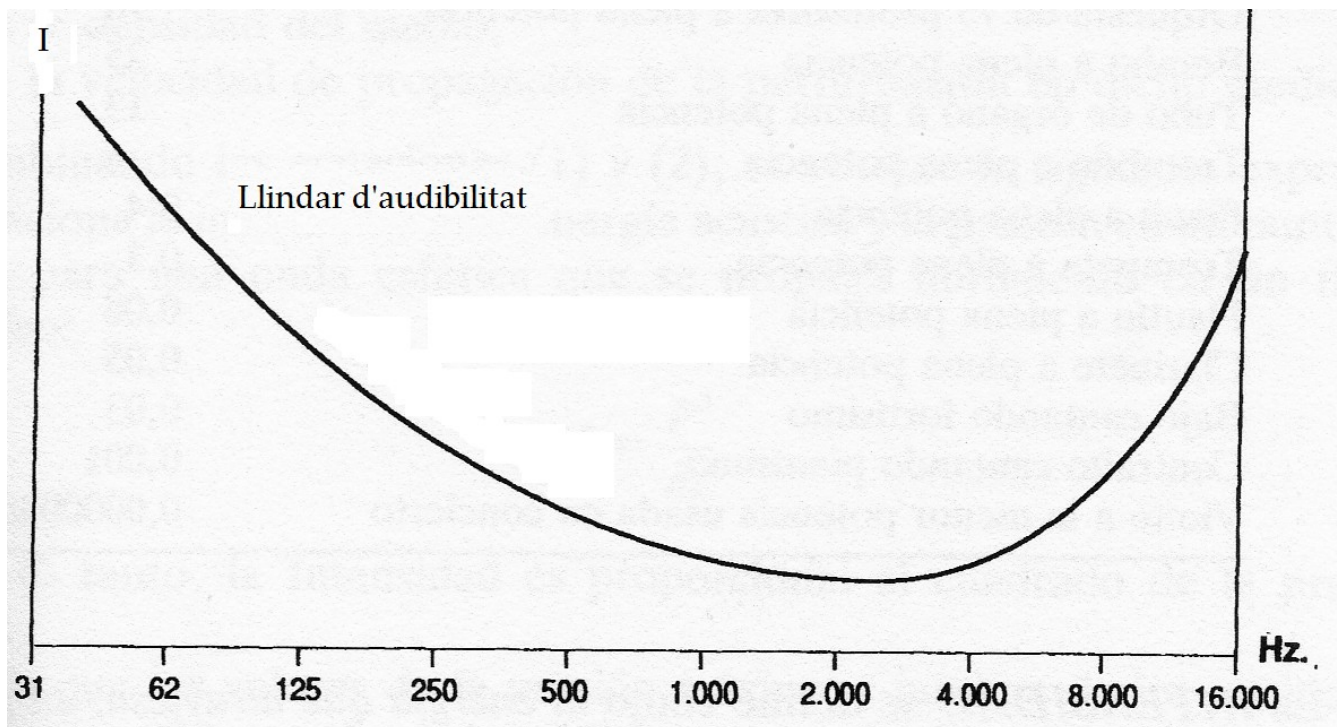
També, els moviments vibratoris la freqüència dels quals es troba per sota de la Banda de Audiofreqüència s'anomenen infrasons, mentre que els que queden per sobre del límit superior de l'audició s'anomenen ultrasons.

1.1.2.2 La intensitat

La intensitat d'un so és la qualitat que es vol expressar quan es diu que un so és més o menys fort que un altre. La intensitat depèn de la força que la pertorbació exerceix sobre les molècules que es troben en vibració. Aquesta força es tradueix en una major o menor amplitud de l'oscil·lació en la vibració molecular.

Pel que fa a la nostra orella, el llindar d'audibilitat d'un so a una determinada freqüència és el valor que ha de tenir la intensitat d'aquest perquè pugui ser escoltat, és a dir, l'energia mínima que necessita l'orella per reaccionar als estímuls sonors. Per tant, aquesta energia mínima serà denominada llindar d'audició per un so determinat.

Com ja s'ha dit, el llindar d'audibilitat varia d'un so a un altre i cal remarcar que quan la freqüència del so és de 3000Hz, el llindar d'audibilitat és mínim. Quan la freqüència augmenta o disminueix respecte 3000Hz, el valor del llindar d'audibilitat augmenta.



Il·lustració 7: Variació del llindar d'audibilitat depenent de la freqüència

La intensitat sonora, també es pot expressar com l'energia sonora que arriba a un punt determinat.

També, cal dir que l'energia sonora emesa per unitat de temps per una font sonora s'anomena potència acústica i s'expressa en watts (W)

Un altre fet a remarcar és que les ones d'una font sonora es propaguen formant esferes.

Després d'aquesta explicació podem concloure que:

$$I = \text{Potència acústica} / \text{Superfície de l'esfera} = W / 4\pi r^2$$

Per tant, la unitat de intensitat és W/m^2

1.1.2.2.1 La intensitat absoluta i la intensitat relativa

La intensitat es pot expressar de dues formes: com intensitat relativa i com intensitat absoluta.

La intensitat absoluta és la mesura de tota la energia de l'ona sonora en unitats de intensitat.

La intensitat relativa, en canvi, és la que utilitza el llindar d'audibilitat i la seva expressió és igual al quocient entre la intensitat absoluta (I) i la intensitat llindar (I_0):

$$I_r = I / I_0$$

És una mesura que manca d'unitats.

1.1.2.2 Relació entre estímulo i sensació: el Bel

S'ha demostrat de forma experimental que les variacions de sensació sonora no són proporcionals a les variacions d'intensitat que l'orella percep. Això vol dir que si a l'orella se li presenten estímuls que varien de tal forma que un és el doble de l'anterior, les sensacions que produeixen no tenen aquesta mateixa proporció sinó que les sensacions experimentades creixen d'acord al logaritme de l'estímulo.

Per aquesta raó es produeix la següent relació:

Estímuls:

$$I_r = I / I_0: \quad 1 \quad 10 \quad 10^3 \quad 10^4 \quad 10^5 \quad 10^6 \quad \dots$$

Sensacions:

$$S \quad : \quad 1 \quad 2 \quad 3 \quad 4 \quad 5 \quad 6 \quad \dots$$

Comparant les dues relacions, podem veure que les sensacions són el logaritme decimal dels estímuls:

$$S = \text{Log } I_r$$

Aquesta unitat de sensació s'anomena Bel i es defineix com la sensació experimentada quan l'estímulo, a una freqüència determinada, té una intensitat 10 vegades més gran que en el

llindar d'audibilitat.

Per exemple, a 1000 Hz tindrem la sensació d'un Bel quan la intensitat sigui de 10^{-11} W/m², ja que la intensitat llindar per aquesta freqüència és de 10^{-12} W/m², i per tant:

$$S = \text{Log} (10^{-11} / 10^{-12}) = \text{Log} 10 = 1 \text{ Bel}$$

Però, com que el Bel és una unitat massa gran, ja que suposa augments d'intensitat de 10, s'utilitza un submúltiple 10 vegades més petit anomenat decibel (dB). Per tant:

$$S = 10 \text{ Log} (I / I_0) \quad (\text{dB})$$

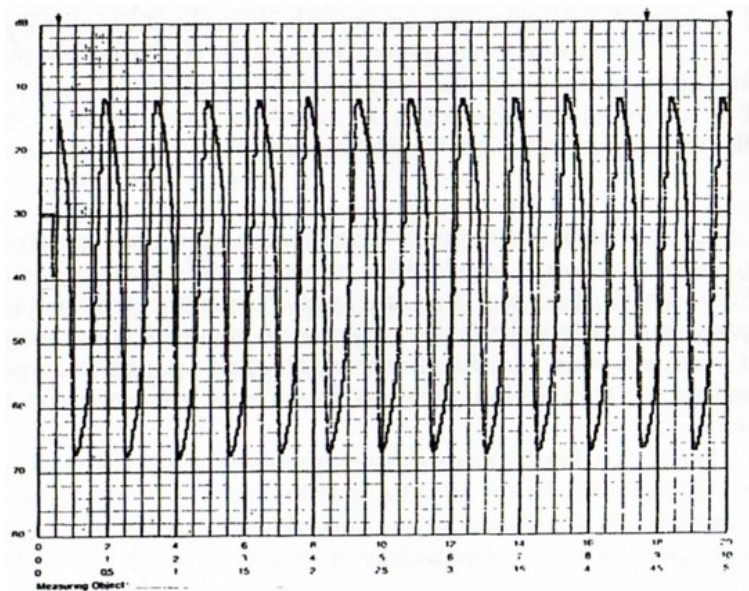
Aquest tipus d'unitats ens les trobarem més endavant quan estudiem el sistema auditiu.

1.1.2.3 Timbre

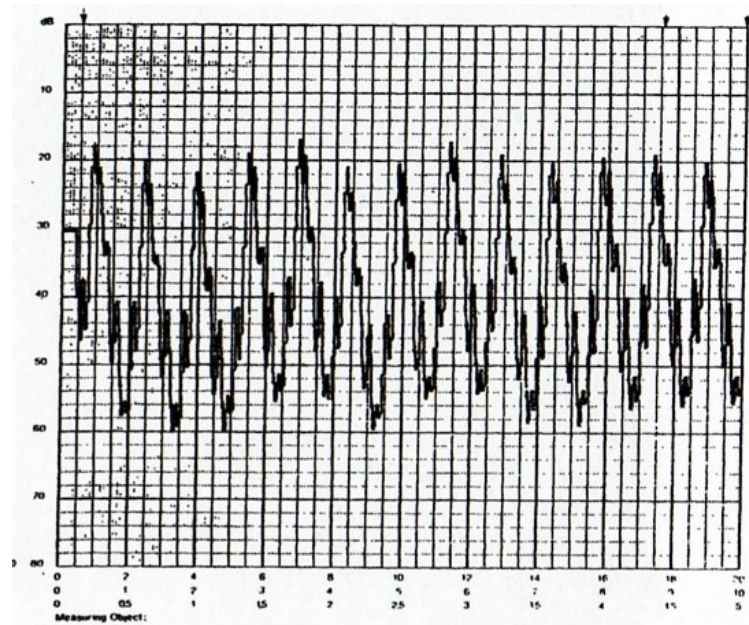
El timbre d'un so és la qualitat que permet diferenciar dos o més sons que tenen la mateixa altura i la mateixa intensitat.

El timbre depèn principalment del grau de complexitat del moviment vibratori que origina un so determinat. Aquesta qualitat, a diferència de les altres que s'han estudiat anteriorment, no és mesurable, i per tant no existeix una unitat que serveixi per comparar timbres de diversos sons.

No obstant això, per saber com és el timbre d'un so ens hem de fixar amb els harmònics d'aquest, que són les freqüències que componen aquest so, i amb la forma d'ona, que és la figura que presenta la ona vista a través d'un analitzador de senyals.



Il·lustració 8: Forma d'ona d'un La4 produït per una flauta



Il·lustració 9: Forma d'ona d'un La4 produït per un violí

1.2 Explicació de les característiques analitzades als crits en els experiments

Alhora d'analitzar els patrons acústics que caracteritzen les emocions s'han triat extractors de característiques tímbriques.

1.2.1 "Brightness"

El "Brightness" és un descriptor que té a veure amb la riquesa harmònica ja que calcula el tant per cent d'energia que es troba a partir d'una certa freqüència. Després, aquest tant per cent és expressat amb un nombre que es troba entre el 0 i l'1. En l'experiment que es fa posteriorment, la freqüència de tall a partir de la qual es calcula l'energia és 1500 Hz.

1.2.2 Desviació típica de la freqüència

Amb la desviació típica es calcula quanta dispersió o variació hi ha respecte la mitjana. Per tant, una desviació estàndard baixa indica que els punts de dades tendeixen a ser propers a la mitjana, mentre que una desviació estàndard alta indica que les dades al llarg d'un gran rang de valors

En el cas de l'experiment, la desviació estàndard s'ha calculat mitjançant la fórmula:

$$s = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2}$$

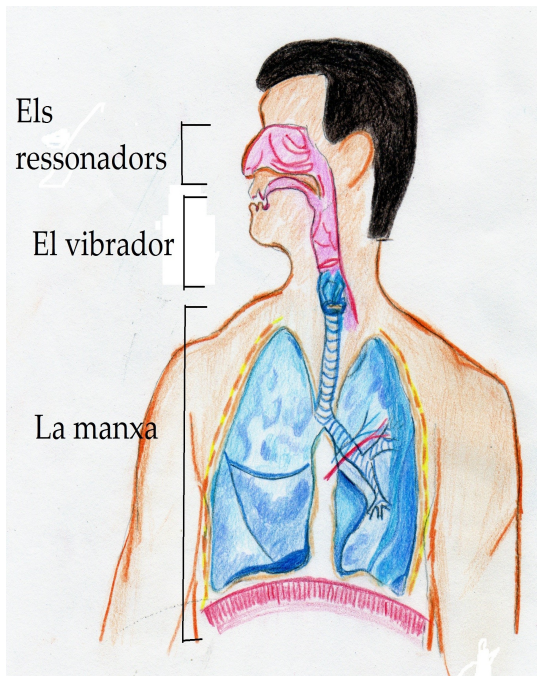
On $\{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ són els valors de les diferents freqüències observades a la mostra i \bar{x} és el valor mitjà de totes les freqüències observades. N és el nombre de mostres utilitzades.

1.2.3 "Attack time"

L'"Attack time" és el temps que triga la forma d'ona a arribar al màxim durant l'atac d'un so. Es calcula com a logaritme de base 10 i per aquesta raó no s'expressa amb unitats. Per posar un exemple, si es tractés d'instruments, els de percussió tindrien un atac més ràpid respecte a altres instruments com els de vent, per exemple la flauta. Però, com ja es dirà posteriorment, dels crits es valorarà la seva extremitat i això s'estudiarà basant-nos en la hipòtesi que quan un crit és més extrem el valor de l' "Attack time" és més baix ja que cridem més ràpid i el temps que passa a partir de què comencem a cridar fins que la forma d'ona arriba al seu màxim és menor.

1.3 Producció del crit: Aparell fonador

1.3.1 Aparell fonador



Il·lustració 10: L'aparell fonador i les seves parts

El mecanisme físic de la producció del so es realitza per mitjà del l'aparell fonador. L'aparell fonador es pot classificar en tres parts: La manxa, el vibrador, i els ressonadors.

La manxa està constituïda per les estructures infraglòtiques que són les que estan per sota de les cordes vocals i determinen la pressió de l'aire expirat.

El vibrador està integrat per les cordes vocals, és a dir, pels plec vocals de la laringe.

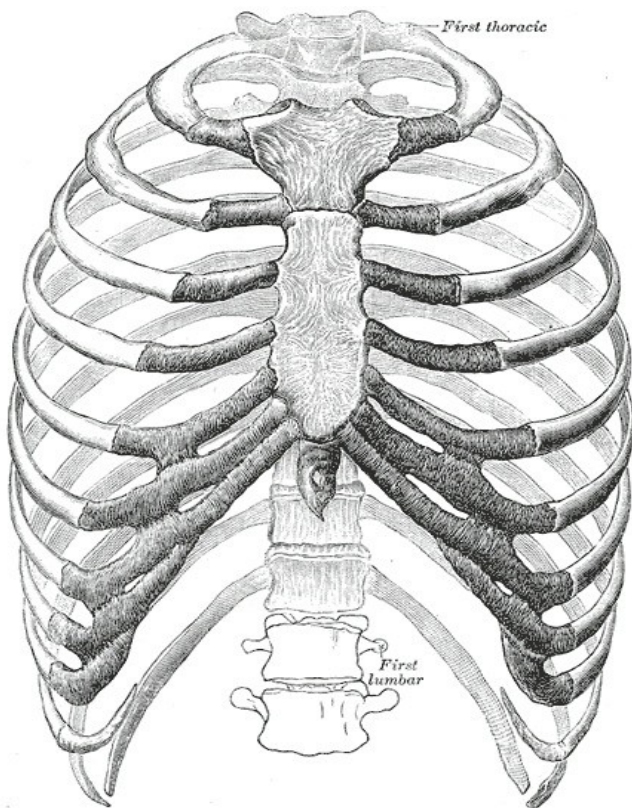
Els ressonadors estan integrats per les cavitats supraglòtiques que són les que estan per sobre de les cordes vocals i és on s'amplifica i es modifica el so

originat pels plecs vocals.

No obstant això, aquest aparell és homogeni, ja que una modificació en una part afecta a totes les altres. També cal dir que la funció primera que van tenir aquests òrgans no tenia relació amb el fet de produir un so, ja que la veu va evolucionar molt després que altres accions del nostre organisme.

1.3.1.1 La manxa de l'aparell fonador

Està format per l'aparell respiratori, és a dir pels pulmons i per la musculatura que utilitzem a l'hora de proporcionar l'energia necessària a l'aire expirat.



Il·lustració 11: Representació de la caixa toràtica

La caixa toràtica està formada per una armadura òssia, l'estern i la part anterior de la columna vertebral. Les articulacions que uneixen l'estructura fan que aquesta sigui elàstica, i per tant permeten que la caixa toràtica variï pel que fa a la forma.

A l'interior de la caixa s'hi troba una estructura elàstica i esponjosa formada pels pulmons, dret i esquerre, que es poden omplir i buidar gràcies a la elasticitat de la caixa toràtica. Quan s'omplen, es produeix la inspiració i per tant una elevació de les costelles. En canvi, quan es buiden, es produeix la expiració i per tant el descens de les costelles.

La funció principal dels pulmons és oxigenar la sang. Cada pulmó està envoltat pel sac pleural, i aquest el que fa és unir els pulmons, amb la

caixa toràcica i el diafragma, de manera que els pulmons puguin seguir els altres òrgans quan es fan els moviments respiratoris.

Per conduir l'aire de fora cap als pulmons i viceversa tenim la tràquea. Aquesta, cartilaginosa i membranosa, va de la laringe fins als bronquis i un cop allí es bifurca.

El diafragma és el múscul més important de la respiració. Separa l'abdomen del tòrax i es troba sota del pulmons i per damunt dels òrgans de l'aparell digestiu. La seva cara cranial és convexa mentre que la caudal és còncava. Durant la inspiració, el diafragma es contrau descendint i durant la expiració, es relaxa i ascendeix.

Quan l'expiració és tranquil·la, el procés és passiu ja que el diafragma ascendeix per la seva constitució, principalment perquè és elàstic, i també gràcies als elements de la cavitat toràcica.

Quan la parla és activa, és a dir, durant la parla, el cant, el crit, ... també actuen els músculs abdominals que són els que determinen la pressió necessària per tal que vibrin correctament les cordes vocals.

1.3.1.2 El vibrador de l'aparell fonador

Està format per la laringe, que s'estén des de la base de la llengua fins a la tràquea i forma la nou. Intervé en molts processos com la respiració, la fonació i la deglució.

La laringe és un òrgan en evolució. En els nounats, la laringe es troba en la part superior del coll fins als dos anys. Un cop complerta aquesta edat, la laringe descendeix i això provoca una serie de modificacions que afecten tant a la respiració, a la deglutició i a la fonació. Gràcies a aquest descens, el nen pot començar a emetre sons ja que s'ha produït una cavitat molt desenvolupada per sobre de les cordes vocals i es poden modificar i amplificar i per tant fer-se audibles.

Durant la pubertat, la laringe experimenta un canvi molt important ja que augmenta en diàmetre i en llargada i produeix la muda vocal o canvi de veu. En els nois, els plec vocals

creixen entre 4 i 11 mm i el registre de la seva veu baixa una octava. Pel que fa les noies, els plecs vocals creixen entre 1,5 i 4 mm i el registre de la seva veu baixa entre 2 o 3 semitons.

La laringe és el lloc on es crea la energia sonora utilitzada en la fonació i és l'òrgan més important de la fonació. Té una estructura cartilaginosa i lligamentosa, i està recoberta per músculs. Com ja s'ha dit, està constituïda per les cordes vocals. Aquestes cordes vocals es troben en la base de els aritenoides, que són cartílags i músculs que formen part de l'esquelet cartilaginós de la laringe. La part posterior d'aquests constitueixen el punt de suport que els mobilitzen i dirigeixen la obertura i el tancament de la glotis, que és l'espai que hi ha entre les cordes vocals.

Les cordes vocals estan formades per dues làmines membranoses vibrants que per la seva elasticitat natural poden modificar, a través dels moviments musculars, la tensió que determina la altura de les notes. La altura que es vol emetre s'obté a causa de la contracció dels músculs aritenoides que són els que regulen l'estat de tensió de les cordes. El funcionament de les cordes vocals és semblant al



Il·lustració 12: Les cordes vocals

que s'aconsegueix amb qualsevol corda d'un instrument musical, l'únic que la longitud és sempre la mateixa i només varia la tensió.

Durant la respiració, la glotis resta oberta; en canvi, durant la fonació es tanca.

Durant la fonació, el procés és el següent: La pressió de l'aire que es troba per sota de la glotis separa les cordes vocals; aquestes, degut a la seva pròpia tensió tanquen de nou la glotis, que es torna a obrir a causa de la pressió de l'aire que es troba per sota seu, i així successivament. La freqüència que de les vibracions de l'aire que surt a l'exterior ve determinada pel nombre

de vegades que s'obre i es tanca la glotis cada segon. La intensitat, és a dir l'amplitud, depèn de la obertura i tancament glòtic i de la força de l'aire expulsat.

La vibració de les cordes vocals origina vibracions periòdiques a l'aire que produeixen so. Si en canvi les cordes vocals no vibren, l'aire que surt a l'exterior està format per vibracions aperiòdiques que produeixen soroll. Com a conseqüència, es pot establir una clara divisió de sons, pel que fa referència a la veu, en dos grups: els sons, que són produïts per la vibració de les cordes vocals, i els sords, que són produïts sense la vibració de les cordes vocals.

1.3.1.3 Els ressonadors de l'aparell fonador

Estan constituïts per totes les cavitats que es troben per sobre de les cordes vocals i que actuen com a caixa de ressonància. Els principals ressonadors són la faringe, la cavitat bucal, i les fosses nassals. La principal funció d'aquests ressonadors és augmentar el poc volum de so que surt de la laringe i reforçar algun dels seus harmònics, cosa que fa que la veu de cada persona tingui el seu propi timbre. A més, n'hi han alguns de fixes, com les cavitats nassals, que no poden modificar la seva forma i volum però també n'hi han de mòbils, com la boca o la faringe que poden adaptar-se i canviar el so produït.

1.3.4 Control de l'aparell fonador

També, cal afegir que la fonació està regulada pel sistema nerviós i que s'estén en tres nivells encefàlics: l'escorça cerebral, el diencèfal, i el bulb raquidi.

1.4 Percepció del crit: Sistema auditiu

El mecanisme físic de la percepció d'un so es realitza per mitjà del sistema auditiu que està compost pel sistema auditiu perifèric i el sistema nerviós central auditiu.

En el sistema auditiu perifèric es duen a terme els processos fisiològics i aquests són els encarregats de rebre l'energia acústica, transmetre-la als fluids de l'oïda interna i transformar-

la en impulsos neuronals que codifiquen o analitzen la informació sonora rebuda.

Les parts que conformen el sistema auditiu perifèric són: l'orella externa, l'orella mitjana, i l'orella interna.



Il·lustració 13: Representació de l'orella externa

1.4.1 Sistema auditiu perifèric

1.4.1.1 Orella externa

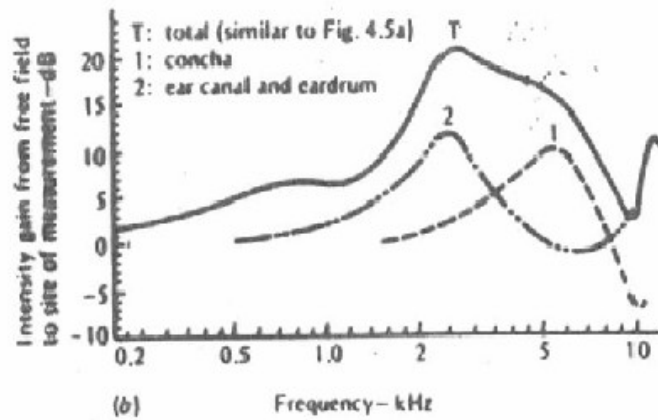
És la part exterior de l'orella i està formada pel pavelló auricular, el conducte auditiu extern i la cara externa del timpà.

El pavelló auricular té la funció de concentrar les ones sonores al conducte auditiu extern. Es troba a cada costat del crani i està format per una expansió laminar de forma irregular que està replegada sobre si mateixa. Està format per fibrocartílags recoberts de pell i això fa que sigui consistent i rígid. Està sòlidament unit a la paret lateral del cap, bilateralment, i forma amb aquesta un angle anomenat cefaloauricular, que normalment té 20, 30, o fins i tot 45°. Té forma ovalada sent més ample a la part superior. Les dimensions que té varien molt depenent de la persona però es pot donar de mitjana 60-65mm de eix vertical i 30- 35mm de eix horitzontal.

El conducte auditiu extern té la funció de conduir el so des del pavelló auricular fins al timpà. És un tub d'uns 2,7 cm de longitud i un diàmetre mitjà de 0.7 cm. Està compost de cartílag elàstic, teixit ossi i pell tova.

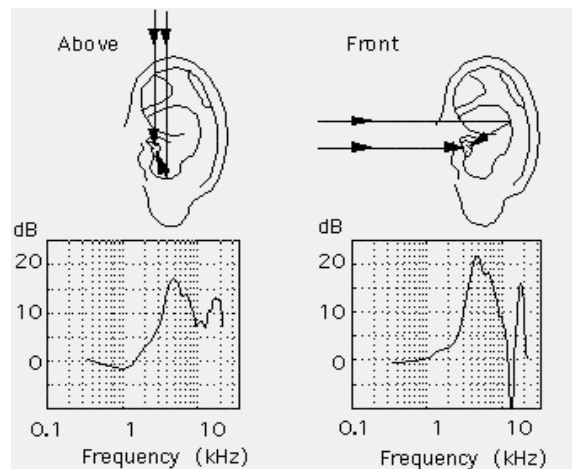
L'orella externa proporciona una amplificació del senyal de 10 a 15 dB en les freqüències compreses entre 1500Hz i 7000Hz. Com es pot veure a la il·lustració 14, aquest efecte és gràcies al pavelló auditiu, que té una ressonància de 5000 Hz, i al canal auditiu extern, que té una freqüència de ressonància de aproximadament 2500 Hz. També cal dir que T és l'ona

resultant de la suma de 1 i de 2.



Il·lustració 14: Variació de la intensitat en el pavelló auricular i el conducte auditiu extern

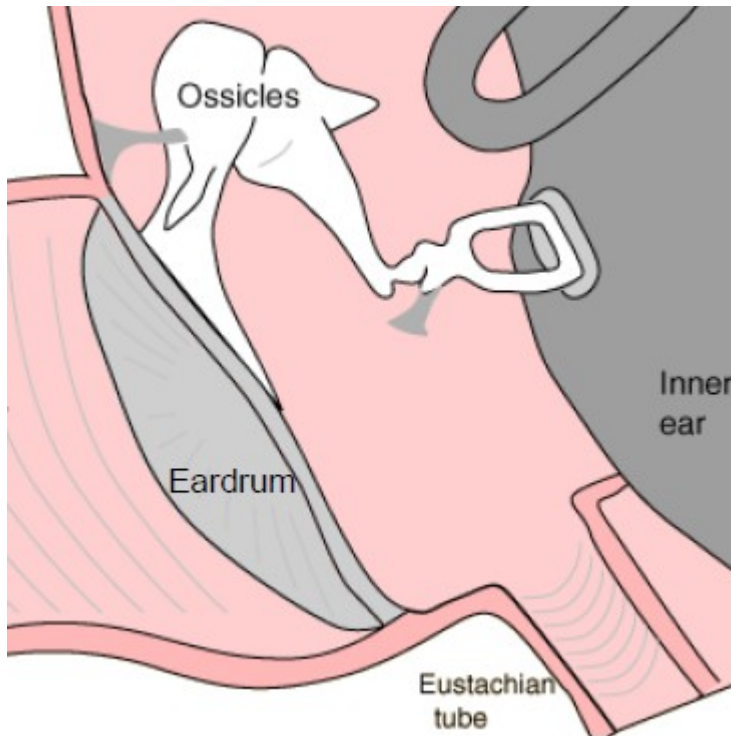
A més, l'orella externa també té la funció de localitzar d'on prové el so, és a dir diferenciar si arriba a l'individu pel davant, per l'esquerra, etc. També, si no tingués aquesta estructura helicoidal, gran part del so es perdria a causa de la reflexió ja que el so rebotaria contra el cap, o a causa de la difracció ja que el so aconseguiria rodejar el cap i continuaria en la seva direcció i només una petita part del so penetraria a l'interior del sistema auditiu.



Il·lustració 15: Variació del so depenent de la seva localització

Una última funció de l'orella externa és la de protegir al timpà de partícules estranyes i de canvis en al temperatura i humitat.

1.4.1.2 Orella mitjana



Com es pot veure a la Il·lustració 16, l'orella mitjana és una càmera d'aire ubicada entre l'orella externa i l'orella interna i esta formada per la cara interna del timpà i la caixa timpànica on hi trobem els ossicles.

El timpà és una membrana que es posa en moviment amb les variacions de pressió de l'aire, per tant amb les ones. No obstant, només una part de l'ona que arriba al timpà es absorbidida per

Il·lustració 16: Representació de l'orella mitjana

aquest ja que l'altra part és reflexada. Aquesta tendència del sistema auditiu a oposar-se al pas del so s'anomena impedància acústica i el seu valor depèn de la massa i la elasticitat del timpà i dels ossicles i la resistència friccional que ofereixen.

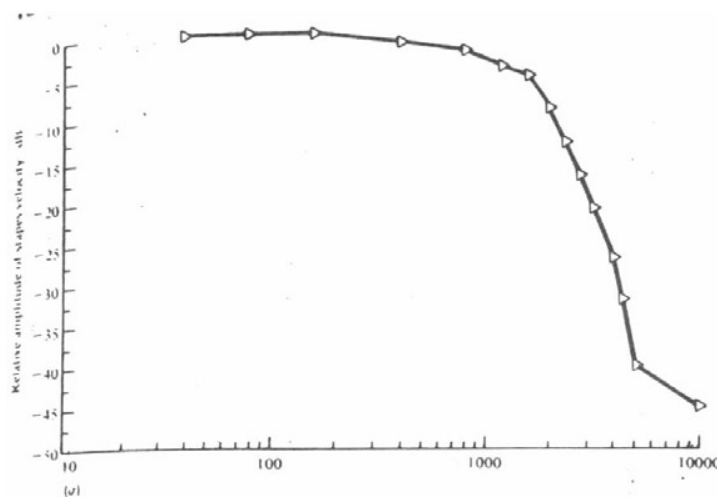
En la caixa timpànica hi trobem els ossicles que són el martell, l'enclusa i l'estrep. La seva funció és transmetre les vibracions del timpà cap a l'orella interna, a través de la finestra oval. Per fer-ho, el martell, que està connectat a la membrana timpànica, transmet les vibracions sonores a l'enclusa i aquesta es comunica alhora amb l'estrep. No obstant, com que l'orella interna conté material limfàtic i l'orella mitjana està plena d'aire, es produeix un desajust d'impedància a l'ona, ja que aquesta passa de un medi gasós a un medi líquid. Aquest desajust significaria una pèrdua d'uns 30 dB. Malgrat això, l'orella corregeix aquest desajust

per dos vies complementàries que són la diferència de àrees entre el timpà i la finestra oval, i l'efecte palanca.

Com que el timpà té una àrea aproximada de 55mm^2 i la finestra oval té una àrea aproximada de 3.2mm^2 , seguint la fórmula de la pressió que ens diu que Pressió = Força/Amplitud, podem observar que es produeix un increment efectiu de $55/3.2$ o sigui de 17, ja que si les pressions són iguals, si hi ha menor superfície hi haurà major increment.

Per una altra banda, com que l'orella mitjana funciona com a mecanisme de palanca ja que el martell és més gran que l'estrep i la relació que hi ha entre ells és de 1.31:1, és produeix una amplificació d' 1,3. Per aquesta raó es pot dir que en l'orella mitjana l'increment és de $1.3 \cdot 17 = 22$, que és equivalent a 27 dB.

També cal dir que la funció de transferència mitja depèn de la freqüència ja que la part central del timpà oscil·la com si fos un con asimètric per a freqüències inferiors als 2400Hz. Per freqüències superiors a 2400Hz les vibracions del timpà no són tan simples i com a conseqüència la transmissió al martell és menys efectiva. Per aquesta raó, tal i com es pot veure a la il·lustració 17, es produeix una caiguda d'uns 20 dB/octava a partir dels 2400Hz.



Il·lustració 17: Amplificació a l'orella mitjana en funció de la freqüència

També, en l'orella mitjana es troben el tensor del timpà i els stapedius que són uns músculs que sostenen els ossicles i tenen la funció primordial de protegir per sobre dels 80dB SPL (“Sound Pressure Level”)

El tensor timpànic actua tensant la membrana timpànica i per tant augmentar la seva rigidesa. Com a conseqüència hi ha una major resistència a les vibracions.

Els stapedius separen l'estrep de la finestra oval i per tant redueixen l'eficàcia en la transmissió del moviment.

No obstant, aquestes accions no són instantànies de manera que no protegeixen el nostre sistema auditiu de sons immediats. Per sons de molta intensitat, el temps de reacció és d'uns 10 ms i pels sons de menys intensitat el temps de reacció és d'uns 150 ms. També, si estem exposats a altes intensitats durant certa estona perden eficiència ja que aquests músculs es fatiguen molt ràpidament.

La reducció de la intensitat és d'uns 0.6 dB cada dB i pot reduir fins a 30 dB. Però, aquesta reducció depèn de la freqüència i a les altes freqüències no té tanta efectivitat com a les baixes, i per sobre de 2000Hz deixa de tenir efecte.

Abans d'explicar l'orella interna, ens desviarem a la trompa d'Eustaquí que és un conducte que uneix l'orella mitjana amb la cavitat nasal amb la faringe. La seva funció es la d'equilibrar les pressions pels dos costats de la membrana timpànica perquè l'equilibri d'impedàncies que s'ha explicat anteriorment es mantingui. Quan patim variacions brusques de pressió, ja sigui perquè hem canviat ràpidament d'altitud, etc., es pot observar com la nostra percepció del so varia momentàniament i és gràcies a la trompa d'Eustaquí que la nostra audició torna a ser la correcta.

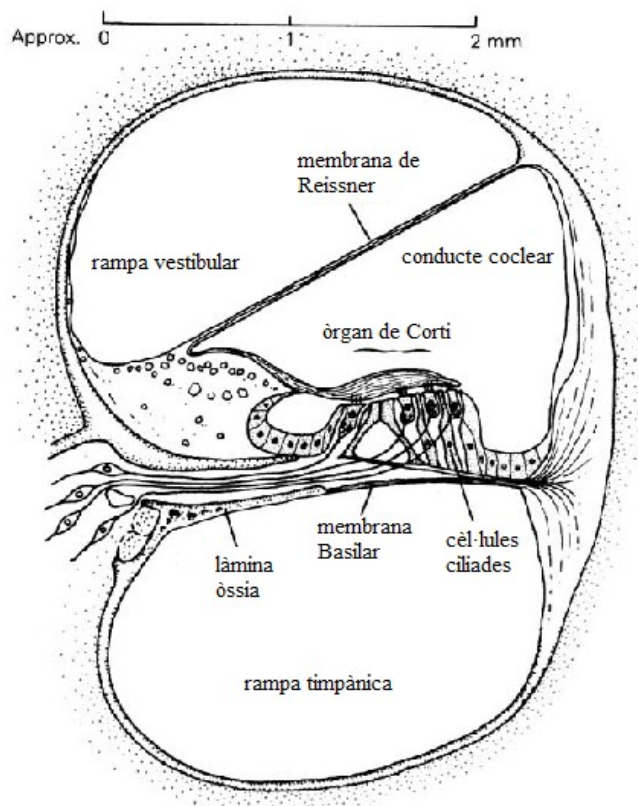
1.4.1.3 Orella interna

En l'orella interna hi trobem dues funcions: una relacionada amb l'equilibri i l'altra amb la

transformació de l'energia acústica en senyals elèctrics. L'estructura connexa amb l'equilibri està formada pels conductes semicirculars i el vestíbul. L'estructura que té a veure amb l'audició està formada per la còclea.

Els conductes semicirculars estan plens d'endolimfa i determinen, juntament amb altres òrgans, l'equilibri del cos humà. Estan disposats en tres plans i formant angles rectes entre ells. Aquesta disposició permet saber l'acceleració o la desacceleració rotacional i per tant tenir coneixença de l'equilibri en un determinat moment.

El vestíbul és la regió mitja de l'orella interna i en un extrem té la còclea i en l'altre els canals semicirculars.



Il·lustració 18: Tall transversal de la còclea d'endolimfa.

La còclea és l'òrgan auditiu principal de l'orella interna. És un conducte quasi circular enrotllat en forma d'espiral unes 2,75 vegades sobre si mateix. Mesura uns 35 mm de llarg i 1.5mm de diàmetre.

La còclea està dividida en tres parts. La cavitat superior constitueix la rampa vestibular, i la cavitat inferior constitueix la rampa timpànica. Aquestes dues cavitats contenen perilimfa i estan connectades entre elles mitjançant una obertura que s'anomena helicotrema. El conducte coclear, que és la cavitat que es troba enmig de les altres dues, no es connecta amb les altres dues i està plena

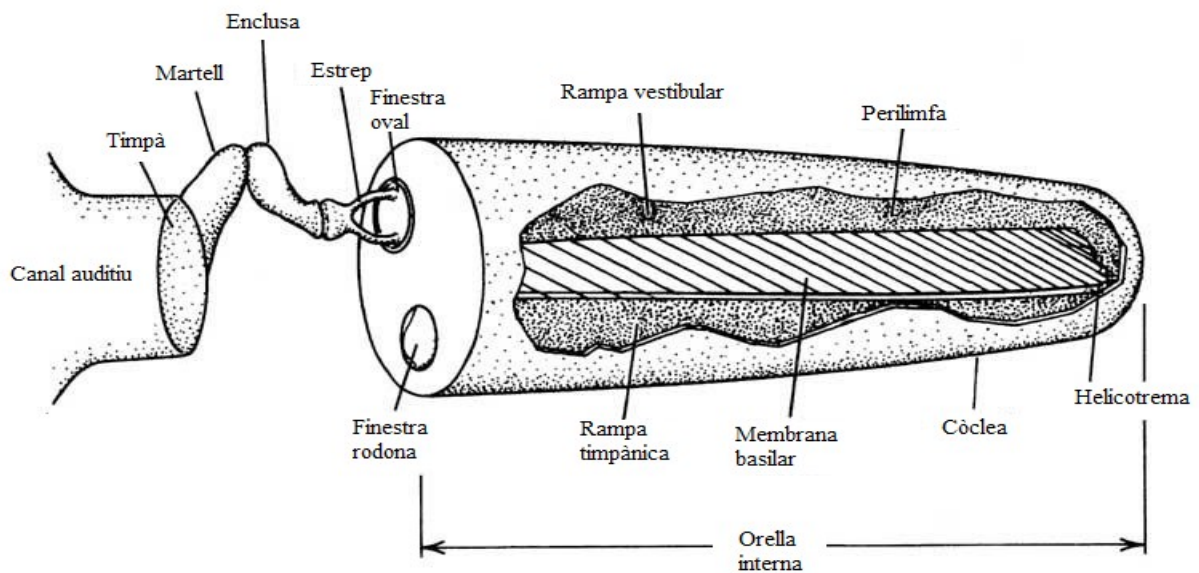
La separació entre cavitats es duu a terme mitjançant membranes. La membrana de Reissner

separa la rampa vestibular del conducte coclear. La membrana basilar, on s'hi troba l'òrgan de Corti, separa la rampa timpànica del conducte coclear. Aquestes dues membranes també es connecten al helicotrema.

L'extrem anterior de la rampa vestibular està unit a la finestra i aquest a la vegada està unit a l'estrep per la part de l'orella mitjana. L'extrem anterior de la rampa timpànica acaba en una altra membrana que s'anomena finestra rodona.

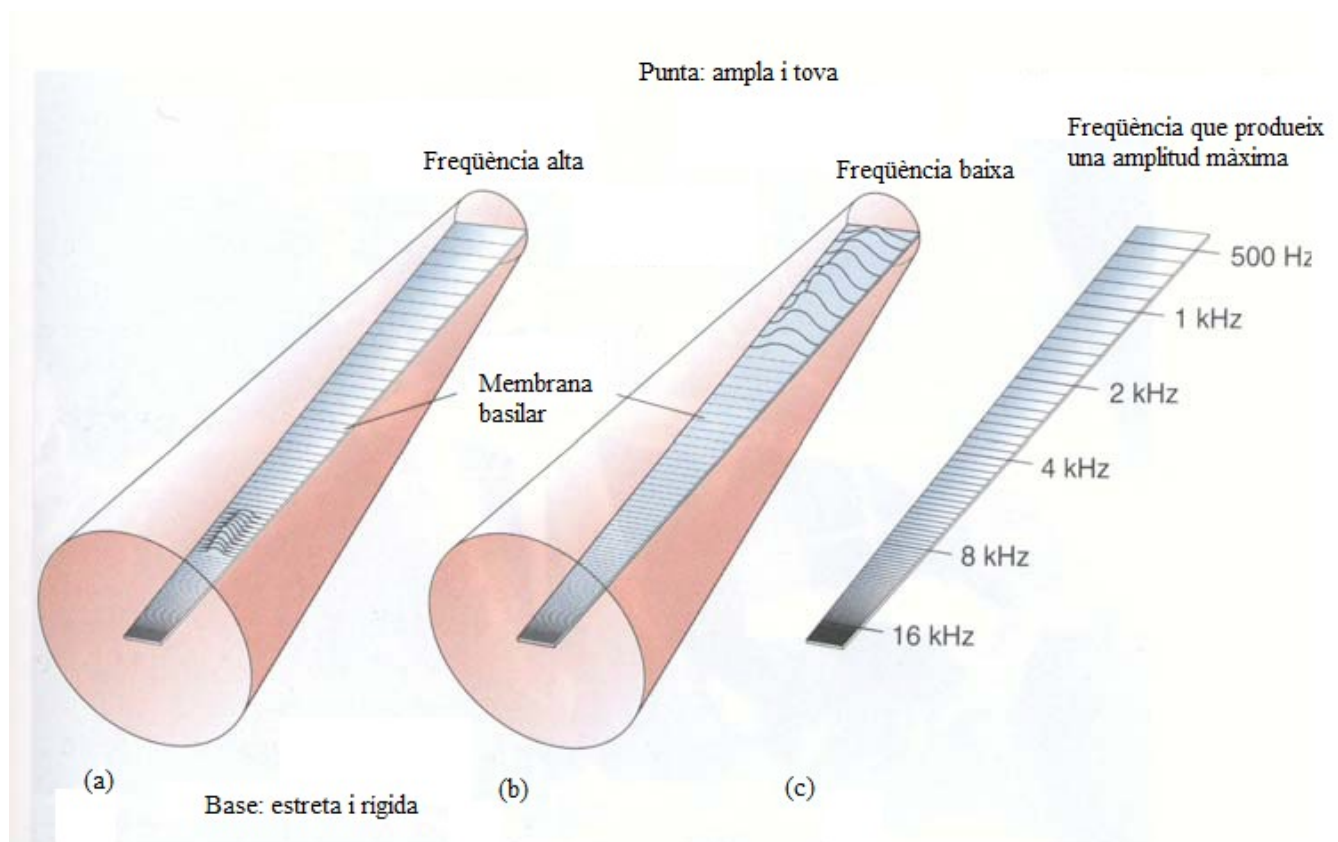
La còclea va disminuint de secció a mesura que va augmentant de longitud. La membrana basilar augmenta la seva superfície des de la base fins a la punta que és on és més ampla, més tova i més elàstica. Per la qual cosa, en la base la membrana basilar és més estreta i més tensa.

Com s'ha mencionat abans, en la membrana basilar s'hi troba l'òrgan de Corti, que és la part més important de la còclea. L'òrgan de Corti conté diverses cèl·lules ciliades i els extrems de les més llargues estan en contacte amb una altra membrana que cobreix tot l'òrgan i les cèl·lules i que s'anomena membrana tectòria.



Il·lustració 19: Esquema del sistema auditiu amb la còclea desenrotllada

El funcionament de tota aquesta estructura és la següent: Quan la membrana basilar rep el moviment de l'estrep, que recordem que es troba al final de l'orella mitjana, es produeix un moviment en forma d'ona. Aquesta ona fa que es produeixi una màxima amplitud després d'un cert temps (Il·lustració 20 (c)). Aquesta amplitud màxima es produeix al final de la membrana basilar per a freqüències baixes (Il·lustració 20 (b)) i al principi de la membrana per a freqüència altes (Il·lustració 20 (a)). Les variacions de la intensitat del so es tradueixen en la quantitat de desplaçament de la membrana basilar. El moviment diferencial entre la membrana basilar i la membrana tectòria provoca que el nervi que està situat a la base de la cèl·lula ciliada iniciï un potencial neuronal que s'envia a través del nervi auditiu.



Il·lustració 20: Resposta freqüencial de la membrana basilar

1.4.2 Sistema nerviós central auditiu

El sistema nerviós central auditiu té la funció de processar la informació rebuda. Està format pels nervis acústics i les regions del cervell dedicades a l'audició.

Quan les cèl·lules ciliades que es troben a l'òrgan de Corti es deformen, fan que el cervell rebi patrons que contenen la informació característica de cada so a través dels nervis acústics.

Els estudis recents demostren que es poden distingir almenys tres nivells dins el cervell pel que fa al processament de les dades acústiques. En un primer nivell hi trobem la identificació del lloc de procedència del so, per tant la localització. En el segon nivell, el cervell identifica les característiques tímbriques del so. Finalment, en un nivell posterior es determinen les propietats temporals del so, és a dir, la relació del so amb altres sons i el seu valor funcional dependent de la situació temporal; si el patró rebut no existeix, el cervell l'emmagatzemarà i el convertirà en un nou patró de comparació. Per aquesta raó, aquest últim nivell és de suma importància en la comunicació verbal o musical.

Cada hemisferi del cervell està especialitzat en funcions determinades. Per exemple, en l'hemisferi dret s'hi concentren les funcions artístiques i emotives mentre que en l'hemisferi esquerra s'hi concentren les funcions lògiques com per exemple el llenguatge.

No obstant, aquest fet no es compleix sempre ja que en el cas dels músics, a causa de la formació musical i de tractar la música d'una forma més analítica, processen la música en l'hemisferi esquerra.

2. Part experimental

2.1 Anàlisi de patrons acústics en la producció de crits humans

2.1.1 Resum

Cada persona pot reaccionar de manera diferent davant diverses situacions emocionals. Una de les formes d'expressar-se davant una experiència, per exemple de sorpresa, és mitjançant un crit. En aquest projecte s'estudien quines serien les característiques sonores que podrien diferenciar un tipus de crit respecte un altre produït en situacions i emocions diferents. L'experiment es realitza a diverses persones i consisteix en provocar que produeixin un crit en tres experiències emocionals: por, dolor i sorpresa. Seguidament se'ls fa doblar escenes on es veu gent cridant davant les situacions esmentades anteriorment. Finalment, escolten crits d'altres persones hi han d'identificar a quina situació emocional corresponen. Prèviament a l'experiment en si, per cada participant s'enregistra un fragment de text parlat, que servirà de referència per poder avaluar els paràmetres dels crits. Després s'analitzaran computacionalment les mostres sonores mitjançant programaris especialitzats per tal d'extreure patrons que diferenciïn les característiques sonores d'un crit respecte un altre produït en situacions i emocions diferents. Finalment, es discutirà la relació dels resultats automàtics amb les respostes perceptibles dels participants en l'experiment.

2.1.2 Antecedents

La recerca que fins ara s'ha dut a terme sobre les característiques acústiques dels crits ha estat centrada en dos àmbits: animals i infants, i seguretat. En els animals i els infants s'han estudiat els crits per tal captar quina necessitat tenen ja que és un dels pocs mitjans acústics en que s'expressen, p.e. [1]. Pel que fa a la seguretat, l'estudi acústic dels crits s'ha dut a terme majoritàriament per distingir-lo d'altres sons, ja sigui per determinar-ne la font i localitzar-la

amb vídeo vigilància [2] o per utilitzar el crit com a botó d'emergència [3].

Per altra banda, en els darrers anys, s'ha fet molta recerca sobre quines són les característiques acústiques que diferencien sons produïts en emocions diferents. En la majoria dels casos, s'ha utilitzat la parla com a base d'aquests estudis p.e. [4]. No obstant això, aquest tipus d'estudis han estat criticats per autors com [5] perquè, per exemple, les frases que s'han utilitzat per a analitzar les diferents emocions han estat reproduïdes per actors i per tant es creu que és una reproducció falsa i que no se'n pot extreure les característiques vertaderes.

En aquest experiment es vol estudiar quines són les característiques acústiques de les següents emocions: por, dolor i sorpresa, però utilitzant com a base el crit ja que es creu que és la màxima representació emocional acústica. També es vol estudiar la diferència que hi ha entre els crits que han estat produïts en una situació real i el que ho han estat en una de fictícia.

L'estructura de l'experiment és la següent: En primer lloc hi ha explicat el mètode emprat, dins del qual s'hi troba el nombre de mostres, l'experiment i les eines utilitzades. A continuació hi ha explicat els resultats on si troba el que s'ha obtingut a partir de cadascun dels paràmetres estudiats. Finalment a les conclusions, s'expressa la comparació dels crits entre les diferents situacions, entre els diferents gèneres, i un esquema dels paràmetres estudiats per a cada emoció treballada. També la comparació de la percepció dels crits per les diferents emocions.

2.1.3 Mètode

2.1.3.1 Mostra

La mostra per dur a terme aquest experiment s'ha extret de les gravacions realitzades a 20 persones de diferent sexe, 7 dones i 13 homes.

La mostra estudiada conté 79 crits; 19 estan produïts en una situació emocional dels quals 10

són de dolor i 9 de por. També conté 60 crits doblats on en trobem 20 de dolor, 20 de por i 20 de sorpresa.

La mostra ha estat enregistrada en llocs genèrics d'una casa d'acústica semblant a la mateixa posició i distància, a 1'5 metres de la gravadora zoom H2.

2.1.3.2 Experiment

La part preliminar de l'experiment ha consistit en registrar la parla de la persona. Per fer-ho, s'ha demanat als voluntaris que diguin els dies de la setmana allargant el so de la lletra "o" de dijous. Aquest so "o" serviria de referència per poder avaluar els paràmetres dels crits.

Una vegada executada la part preliminar, es busca que els voluntaris produeixin un crit com a reacció d'un estímul en tres experiències emocionals: dolor, por i sorpresa.

Per aconseguir el crit de dolor, primer se li fa prémer un llapis amb la màxima força que pugi. A continuació, se li diu que repeteixi l'acció però aquesta vegada amb un bolígraf, que quan el prems, emet una petita descàrrega elèctrica.

Per obtenir el crit de por, es posa música pròpia d'escenes de suspens per uns auriculars al voluntari i se li posa un mocador damunt els ulls. Al cap se li fa un ensurt tocant-lo per la part posterior de l'esquena.

Per obtenir el crit de sorpresa, es diu al voluntari que ha de llegir el més ràpid possible una frase d'un llibre, però al obrir-lo surt ràpidament una papallona de paper volant. No obstant, només tres de les vint persones han cridat davant aquest fet i per tant crec que la mostra és insuficient per poder-la comparar amb les altres.

Per tal de que aquests crits siguin el més reals possibles, quan el voluntari ha entrat a la sala d'enregistrament no sabia la finalitat de l'experiment. També, per evitar qualsevol relació acústica entre els diferents crits, l'ordre dels estímuls ha estat aleatori per a cada participant.

A continuació se'ls fa doblar escenes on es veu gent cridant davant les situacions esmentades

anteriorment. Les escenes són diferents depenent del sexe i primer es passa la filmació sense so perquè la visualitzin i després es fa el doblatge.

Per una altra banda, per veure com les persones percebem aquells crits, l'individu sentirà crits doblats que han fet altres persones i haurà d'identificar quina emoció creu que expressen. D'aquesta manera podré veure si la percepció es correspon amb la realitat.

2.1.3.3 Descripcions i eines

Després de la gravació de les mostres, s'han fragmentat i s'ha extret el temps total mitjançant Audacity.

En segon lloc, mitjançant Matlab i la llibreria MIRtoolbox (Olivier Lartillot, Petri Toivainen, "A Matlab Toolbox for Musical Feature Extraction From Audio", International Conference on Digital Audio Effects, Bordeaux, 2007) s'ha extret la brillantor de les mostres basat en l'estudi de (Julin, 2000), la desviació típica de la freqüència i l'"Attack time".

2.1.4 Resultats

A continuació hi ha l'explicació de cada un dels paràmetres estudiats en relació a les diferents emocions per a cada situació i de les dades corresponents a la percepció dels crits.

2.1.4.1 "Brightness"

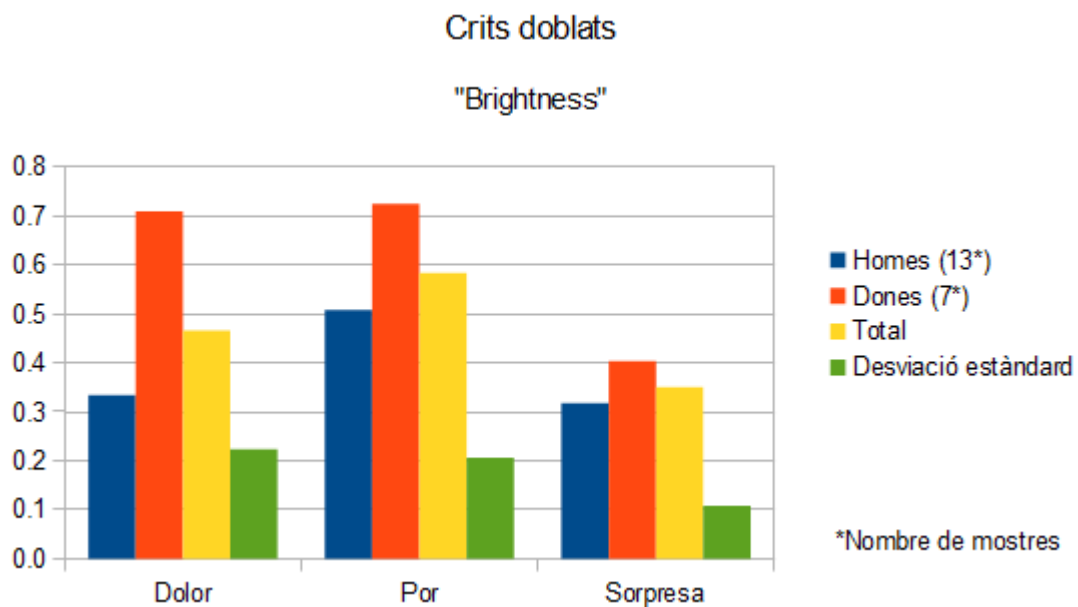
La brillantor està expressada amb un número del 0 al 1, si tendeix a 1 és més brillant que si tendeix a 0.

Els crits produïts en una situació emocional real han estat els més brillants amb una mitjana de 0.5515 a diferència dels doblats 0.4669. La brillantor de la freqüència de parla ha estat de 0.1998.

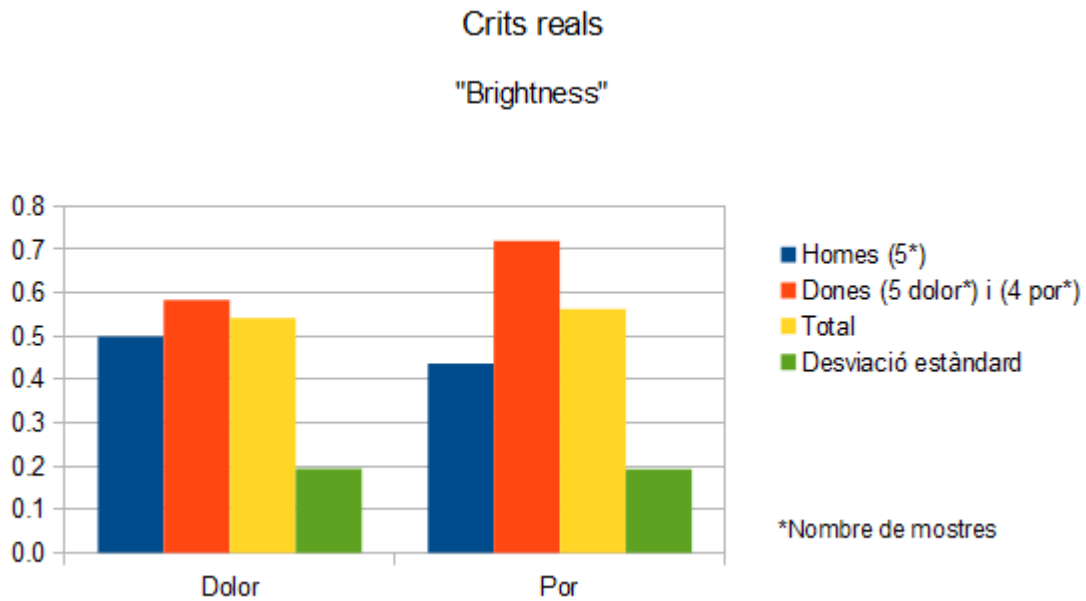
Pel que fa a les emocions dels crits doblats, els més brillants han estat els de por amb un valor de 0.5839 per davant del de dolor amb 0.4659 i del de sorpresa 0.3508. En els crits reals, els

més brillants també han estat els de por 0.5627 però amb molt poca diferència respecte els de dolor 0.5415. Per tant, podem dir que mitjançant la brillantor és més fàcil distingir els crits doblats entre ells que els crits reals.

La diferència es troba quan estudiem la brillantor dels crits per sexes, ja que en tots els casos el crit de la dona ha estat més brillant que el de l'home amb una diferència mitja total de 0.2192. Aquesta informació contrasta amb la brillantor de la parla, ja que les dones tenen una brillantor de parla mitja de 0.1706, mentre que la dels homes és de 0.2156.



Il·lustració 21: Mitjana del "Brightness" en els crits doblats tenint en compte el gènere i el total. També, la desviació estàndard de les dades respecte el total.



Il·lustració 22: Mitjana del "Brightness" en els crits reals tenint en compte el gènere i el total. També, la desviació estàndard de les dades respecte el total.

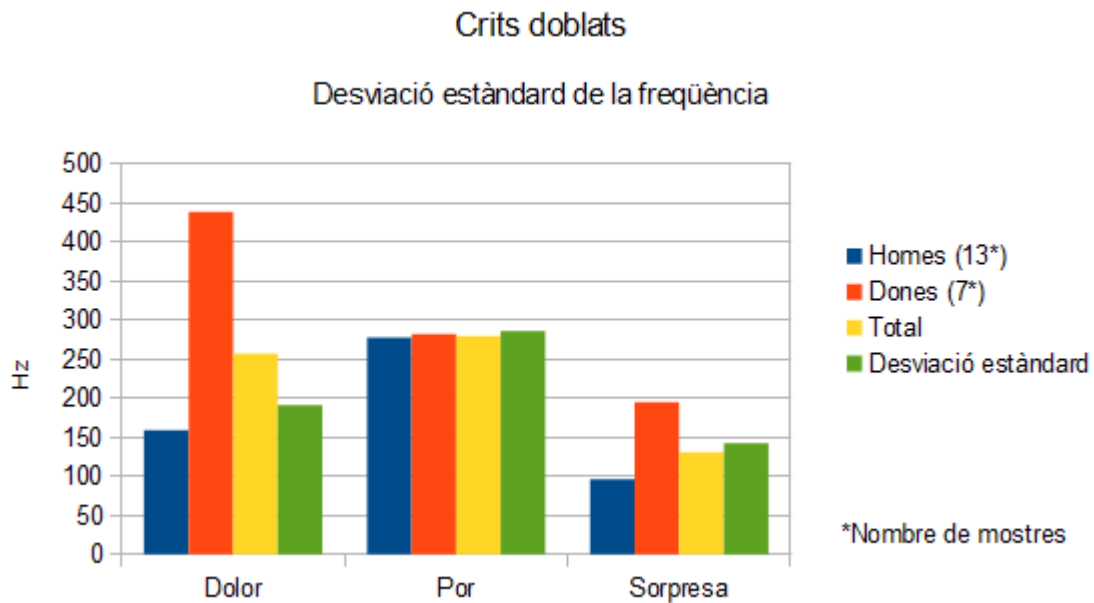
2.1.4.2 Desviació típica de la freqüència

On hi ha hagut major desviació típica de la freqüència ha estat en els crits reals amb una mitja de 266.7355 Hz a diferència dels doblats 222.1596 Hz.. La desviació típica de la freqüència de parla ha estat de 93.2331Hz. Aquesta informació indica que els crits reals són més expressius que els doblats ja que hi ha una estreta relació entre la desviació típica de la freqüència d'un crit i la seva expressivitat.

Si comparem les desviacions mitjanes de les diferents emocions dels crits doblats, s'observa que els crits on hi ha hagut més desviació típica han estat als de por amb una mitja de 279.1019Hz, seguit dels dolor amb 256.6766 Hz i finalment els de sorpresa amb 130.7004Hz.

Si ho estudiem per sexes, es pot observar que hi han certes diferències entre home i dona ja que en els crits de la dona sempre hi ha hagut més desviació típica que en els dels homes. Pel que fa als crits de por, la diferència mitja entre els dos sexes és només de 4.5524Hz. En canvi,

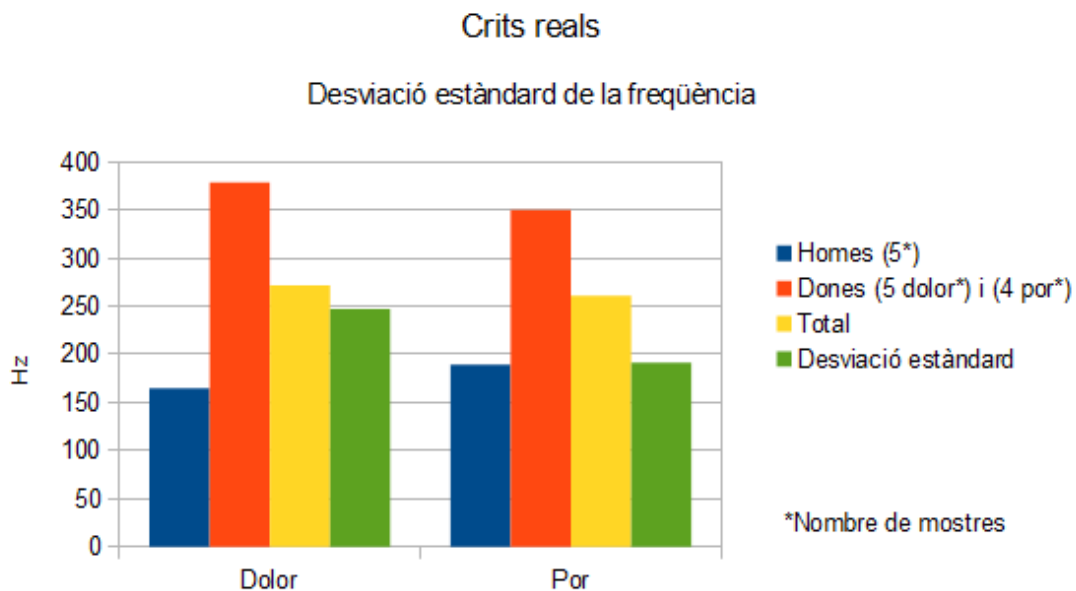
en els crits de dolor la diferència és de 278.9499Hz i en els de sorpresa és de 99.1671Hz. Una altra dada a remarcar és que la desviació típica de la freqüència de parla de les dones és major que la desviació dels crits de sorpresa dels homes amb una diferència de 4.3472Hz.



Il·lustració 23: Mitjana de la desviació típica de la freqüència en els crits doblats tenint en compte el gènere i el total. També, la desviació estàndard de les dades respecte el total.

En els crits reals, els que han tingut més desviació típica corresponen al dolor amb una mitja de 271.9008Hz però seguits pels de por amb una desviació mitja de 260.9964Hz. Per tant, podem afirmar que mitjançant la desviació típica de la freqüència també és més fàcil distingir els crits doblats entre ells que els crits reals.

Pel que fa els sexes, podem observar, al igual que els crits doblats, que les dones tenen una major desviació típica de la freqüència respecte els homes. Entre els crits de por la diferència entre dona i home és de 161.1686 i en els crits de dolor la diferència és de 214.2598.



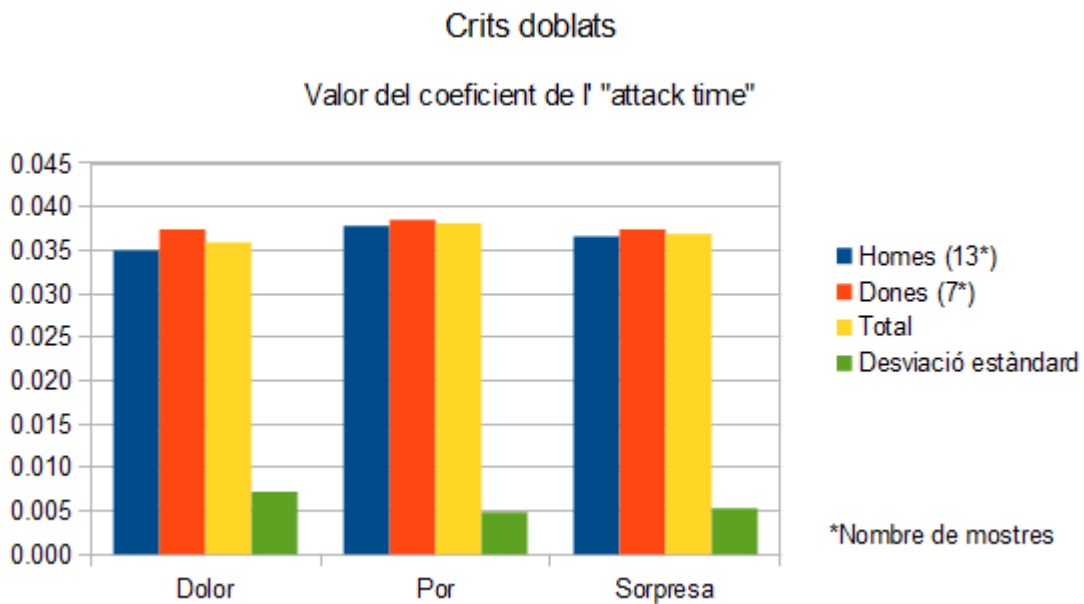
Il·lustració 24: Mitjana de la desviació típica de la freqüència en els crits reals tenint en compte el gènere i el total. També, la desviació estàndard de les dades respecte el total.

2.1.4.3 Extremitat dels crits

Per calcular com d'"extrem" han estat els crits, l'estudi ha estat basat en la hipòtesi de que com més "extrem" cridem, més ràpid és el crit i per tant tenim un coefficient value d'"Attack time" més baix.

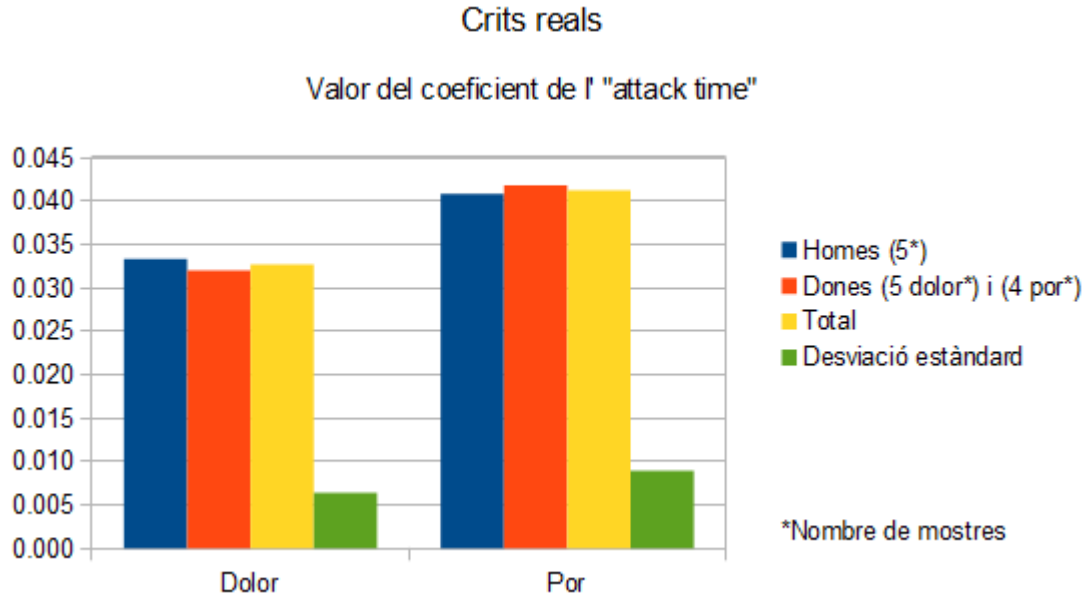
La mitjana del coefficient value en els crits doblats ha estat de 0.0370 mentre que en els crits reals ha estat de 0.0367. En la freqüència de parla la mitjana del coefficient value ha estat de 0.0428. Aquestes dades ens indiquen que els crits més "extrem" han estat els crits reals però amb una diferència de només 0.0003 respecte els crits doblats. Per tant, podem deduir que mitjançant aquest sistema és molt difícil distingir els crits reals dels doblats. També podem observar que un petit canvi de xifres és molt significant ja que la nostra percepció auditiva distingeix més bruscament aquest canvis. Els crits doblats més "extrem" han estat els de dolor amb una mitja de 0,0359 seguits dels de sorpresa amb una mitja de 0,0369 i finalment els

menys extrems han estat els de por amb una mitja de 0,038. En general, els crits doblats dels homes han estat més "extrems" amb una mitja de 0.0365 respecte els de les dones, 0.0378.



Il·lustració 25: Mitjana del valor del coeficient de l' "Attack time" en els crits doblats tenint en compte el gènere i el total. També, la desviació estàndard de les dades respecte el total.

En els crits reals, els crits de dolor també han estat els més extrems amb una mitja de 0,0327 i a molta distància dels de por que han tingut una mitja de 0.0412. Pel que fa als sexes hi ha hagut més diversitat de resultats ja que en el crit de dolor les dones han produït un crit més "extrem" amb una mitja de 0,032 mentre que la dels homes ha estat de 0,0333. En canvi, en els crits de por els homes han produït un crit més extrem amb una mitja de 0,0408 respecte les dones, 0,0418.



Il·lustració 26: Mitjana del valor del coeficient de l' "Attack time" en els crits reals tenint en compte el gènere i el total. També, la desviació estàndard de les dades respecte el total.

2.1.4.4 Percepció dels crits

		Predits		
		Dolor	Por	Sorpresa
Reals	Dolor	15	1	7
	Por	2	18	2
	Sorpresa	3	1	11

Taula 1: Resultats de la percepció dels crits

Els voluntaris han relacionat bé el 73.3% dels crits. L'emoció amb més encerts ha estat la por amb un 90% seguit del dolor amb un 75% d'encerts i finalment la sorpresa amb un 55% de resultats correctes.

Cal dir que 7 dels 9 crits de sorpresa que s'han relacionat malament han estat confosos amb els de dolor i que 3 dels 5 crits de dolor que s'han relacionat malament han estat confosos amb els de sorpresa.

2.1.5 Conclusions

Com a conclusió es mostra una comparació entre les diferents situacions, entre els dos sexes, i un esquema dels paràmetres estudiats per a cada emoció treballada.

2.1.5.1 Comparació crits reals amb crits doblats

Els crits reals tenen una brillantor mitjana més elevada, major desviació típica de la freqüència i són més "extrems" que els crits doblats. Per tant, es pot dir que els crits reals han estat més expressius que els doblats. També, en els crits reals, la diferència dels valors dels paràmetres estudiats és menor que en els crits doblats per tant podem afirmar que els crits reals són més difícils de distingir entre ells que no pas els doblats. Si observem el resultat per sexes, la diferència entre ells acostuma a veure's més accentuada en els crits doblats tot i que a vegades la diferència és mínima.

2.1.5.2 Comparació entre sexes

Els crits de les dones han estat més brillants i han tingut més desviació típica de la freqüència que els dels homes en tots els casos. Els crits dels homes sempre han estat més "extrems" que els de les dones excepte en els crits reals de dolors perquè hi ha hagut el cas excepcional d'una dona que ha fet un crit molt "extrem" i ha fet canviar les mitjanes.

2.1.5.3 Emocions

2.1.5.3.1 Dolor

Es caracteritza per ser l'emoció amb els crits més "extrems". També per una gran desviació típica de la freqüència que és veu accentuada en els crits de dones i tenir la brillantor és elevada. És l'emoció on s'accentua més la diferència entre els crits de diferents sexes.

2.1.5.3.2 Por

Es caracteritza per ser l'emoció que conté més brillantor. També per tenir una elevada desviació típica de la freqüència i on els crits són menys extrems. La diferència entre sexes és molt gran quan estudiem la brillantor dels crits, en canvi en els altres paràmetres estudiats hi ha una forta correlació. Podríem dir que és el crit més expressiu.

2.1.5.3.3 Sorpresa

Els crits de sorpresa es caracteritzen per ser els menys brillants i els que tenen menys desviació típica de la freqüència. Pel que fa als "extrems" es troba enmig de les dues altres emocions. També és l'emoció on els paràmetres estudiats no es diferencien tant pel tipus de sexe. Podríem dir que és el crit menys expressiu.

Però, S'ha de tenir en compte que aquest estudi s'ha fet a partir de mostres de persones d'un àmbit geogràfic reduït i que per tant, si es volgués extreure conclusions més universals, s'hauria d'haver fet amb mostres de més persones i de cultures diferents.

2.1.5.4 Percepció dels crits

Els crits de por són els que la gent a identificat millor per davant dels de dolor i dels de sorpresa. Es pot observar que la correcta identificació dels crits està molt lligada a la expressivitat dels crits, que s'ha anomenat anteriorment, ja que a més expressivitat, més

encerts. També cal remarcar la confusió que es produeix entre els crits de sorpresa i els de dolor.

2.1.6 Referències

- [1] B.E Mulligan, S.C Baker, M.R Murphy, "Vocalizations as Indicators of Emotional Stress and Psychological Wellbeing in Animals" *Animal Welfare Information Center Newsletter*, Volume 5, Number 3, Fall 1994.
- [2] G. Valenzise, L. Gerosa, M. Tagliasacchi, F. Antonacci, A. Sarti, "Scream and gunshot detection and localization for audio-surveillance systems," *Advanced Video and Signal Based Surveillance*, 2007. AVSS 2007. IEEE Conference on.
- [3] Masubuchi, H.; Kobayashi, H.; "An acoustic abnormal detection system" *Robot and Human Communication*, 1993. Proceedings., 2nd IEEE International Workshop on.
- [4] Paeschke, A., Kienast, M., & Sendlmeier, W.F. (1999). F0-contours in emotional speech. *Proceedings of the 14th International Conference of Phonetic Sciences* (pp. 929–932). San Francisco, USA.
- [5] Campbell, Nick, "Databases of emotional speech", In *SpeechEmotion-2000*, 34-38.
- [6] Olivier Lartillot, Petri Toiviainen, "A Matlab Toolbox for Musical Feature Extraction From Audio", *International Conference on Digital Audio Effects*, Bordeaux, 2007.
- [7] Juslin, 2000 in "A Matlab Toolbox for Musical Feature Extraction From Audio", *International Conference on Digital Audio Effects*, Bordeaux, 2007.

2.2 Importància dels patrons analitzats alhora de caracteritzar una emoció

2.2.1 Resum

En aquest experiment s'estudia si les característiques que hem analitzat als crits, o sigui el "Brightness", la desviació típica de la freqüència i l' "Attack time", són determinants alhora de relacionar un crit a una emoció determinada. Per tal de veure-ho, s'han agafat els crits d'una mateixa persona en les emocions que la gent ha relacionat millor, por i dolor, i s'han modificat computacionalment per tal d'introduir-los-hi les característiques de l'emoció contrària.

A continuació, diversos subjectes han escoltat els crits modificats i els han hagut de relacionar amb les emocions mencionades anteriorment.

Finalment, es debat si les característiques analitzades son transcendentals alhora d'associar un crit a una emoció.

2.2.2 Mètode

2.2.2.1 Mostra

La mostra per dur a terme aquest experiment ha estat extreta de la llibreria de crits que s'ha utilitzat per a l'experiment anterior. S'ha extret un crit de por doblat i un altre de dolor doblat de la mateixa persona. Les característiques d'aquests sons eren les següents:

	Por	Dolor
"Brightness"	0.57482	0.36747
Desviació típica de la freqüència	3.1907 Hz	492.4590 Hz
"Attack time"	0.040625	0.04

Taula 2: Característiques dels crits abans de modificar els seus patrons acústics

2.2.2.2 Experiment

En l'experiment s'ha intentat introduir a cada crit les característiques de l'emoció contrària de manera específica.

Per aquesta raó, el crit de por havia de passar a tenir una brillantor menor i havia de ser més extrem, per tant que el seu valor d'"Attack time" sigués més baix. La desviació típica de la freqüència havia de ser major.

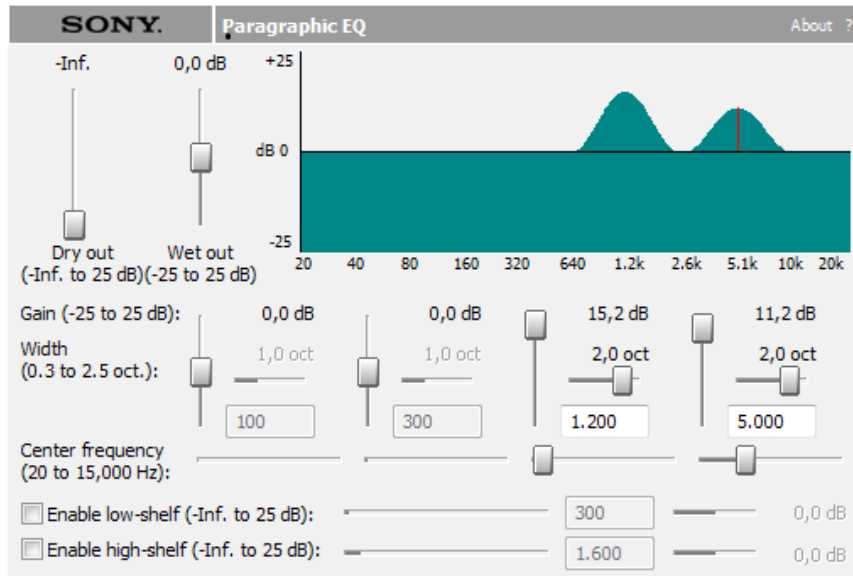
El crit de dolor havia de passar a tenir una brillantor major i a ser menys extrem, és a dir que tingués un valor d'"Attack time" més gran. La desviació típica de la freqüència havia de ser menor.

A més, s'han accentuat les característiques canviades perquè d'aquesta manera la diferència entre els dos crits quedés més marcada.

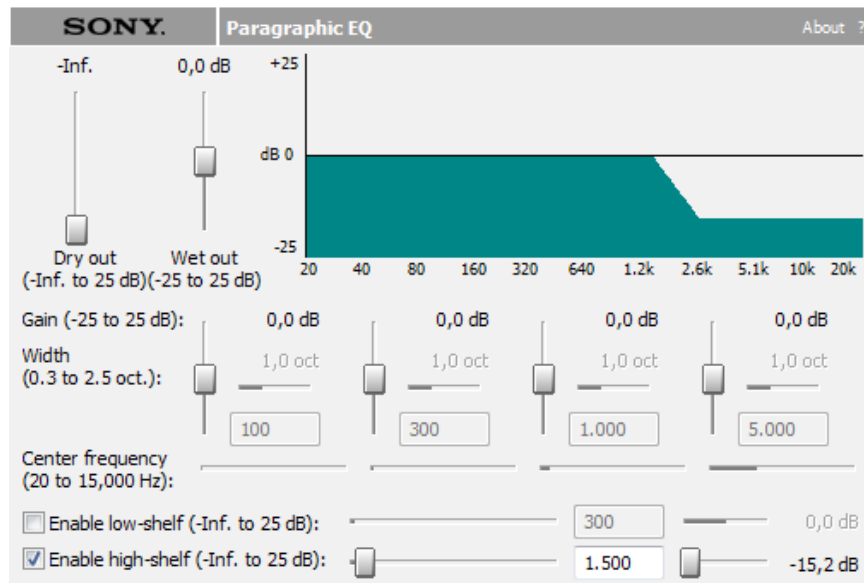
Per canviar la brillantor del crit, és a dir el tan per cent d'energia que es troba a partir dels 1500Hz, s'ha utilitzat l'equalitzador del programa Sound Forge.

El que s'ha fet en el crit de dolor, com es pot veure a la il·lustració 27, ha estat augmentar 15'2 dB la freqüència de 1200Hz i augmentar 11'2 dB la freqüència de 5000Hz. D'aquesta manera, aconseguíem que el tant per cent d'energia que es trobés a partir dels 1500Hz fos més elevat i com a conseqüència el "Brightness" també.

En el crit de por, com es pot veure a la il·lustració 28, el que s'ha fet ha estat rebaixar 15'2 dB les freqüències que es trobaven a partir dels 1500Hz. Per la qual cosa, aconseguíem que la majoria de l'energia del crit es concentrés per sota dels 1500Hz i que per tant, la brillantor fos menor.



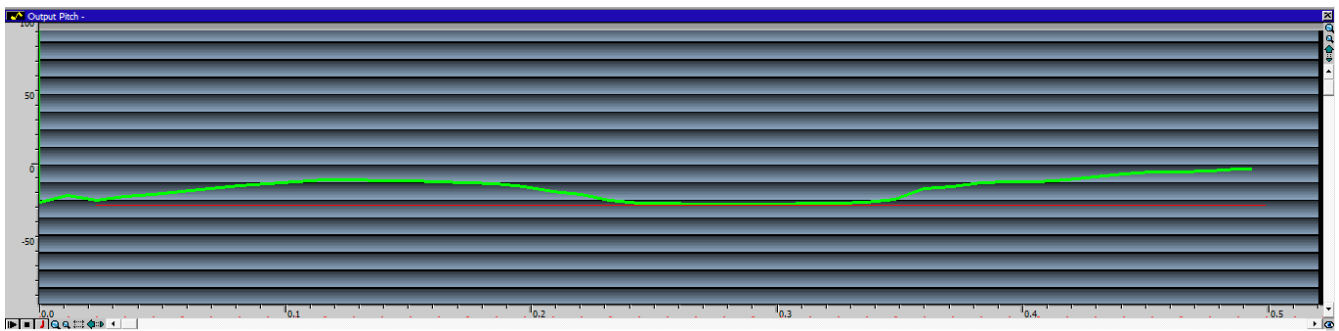
Il·lustració 27: Mètode per aplicar “Brightness”



Il·lustració 28: Mètode per extreure “Brightness”

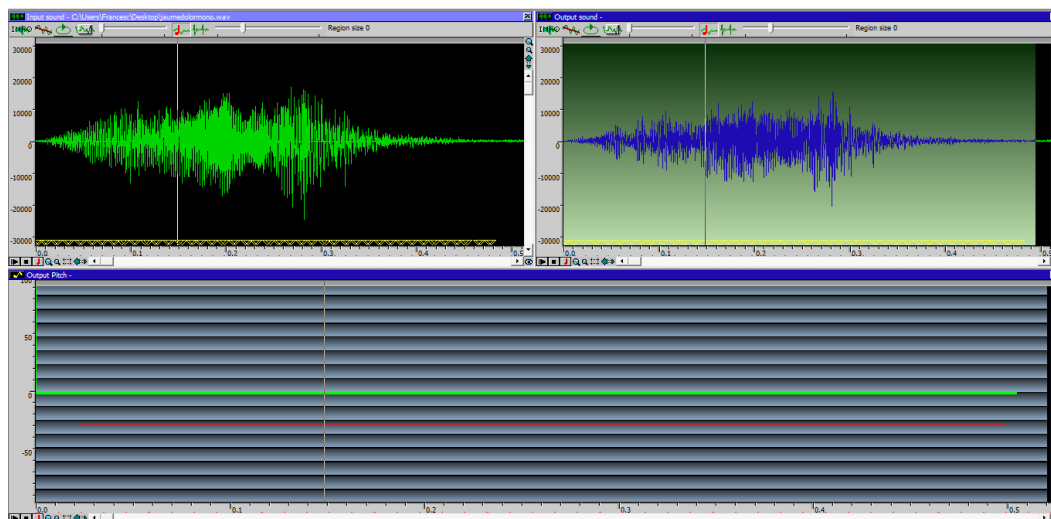
Per canviar la desviació típica de la freqüència s'ha utilitzat l' "SMSTools". Amb aquest programa es podia canviar la freqüència d'un so i per tant també la desviació típica de la freqüència.

Com ja s'ha dit abans, el crit de dolor havia de passar a tenir una desviació típica de la freqüència menor. Per tal d'aconseguir-ho, primer s'ha estudiat com variava la freqüència en funció del temps.



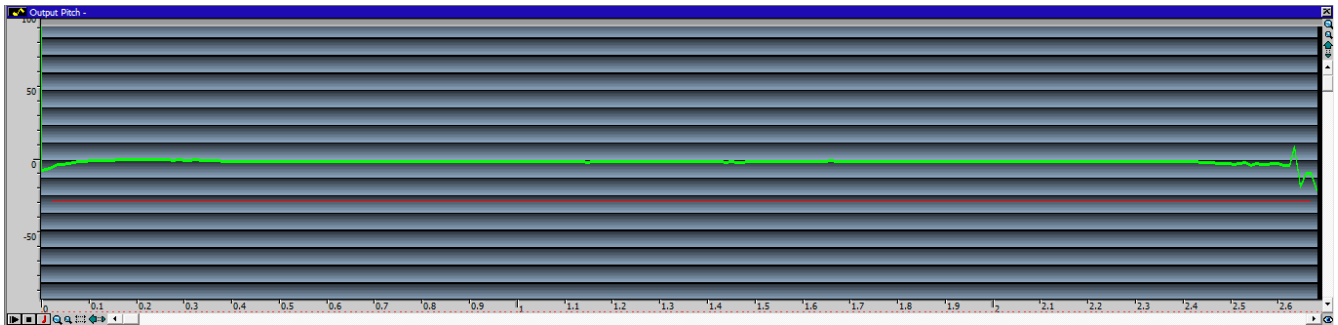
Il·lustració 29: Variació de la freqüència en funció del temps en el crit de dolor

Després s'ha dibuixat manualment la freqüència que es volia aconseguir i finalment s'ha sintetitzat el so original amb la nova freqüència (il·lustració 30). Com que es volia que la desviació de la freqüència fos menor, la nova freqüència del crit en funció del temps era igual per a tots els temps. No obstant això, i com ja es veurà després, a la pràctica el nou so continua tenint una considerable desviació de la freqüència.

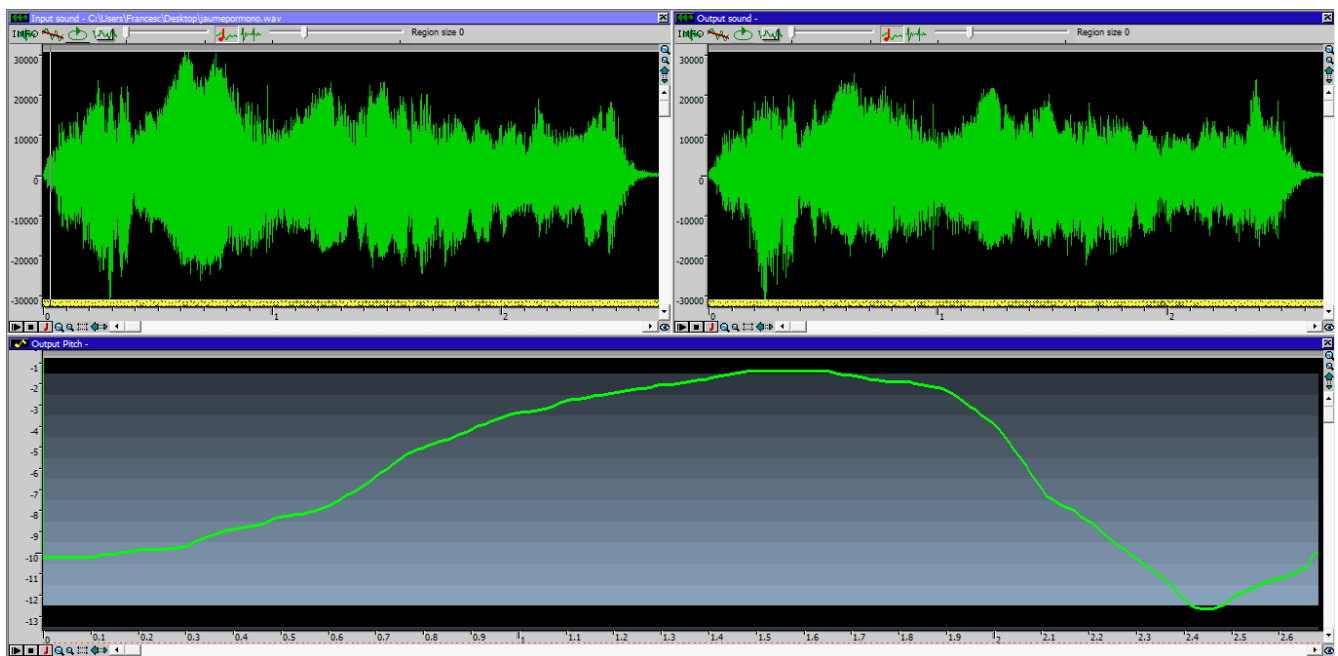


Il·lustració 30: Freqüència del crit de dolor un cop sintetitzat

Amb el crit de por s'ha seguit el mateix procediment que en el crit de dolor: primer s'ha estudiat la freqüència en funció del temps (il·lustració 31) i després s'ha dibuixat manualment la freqüència que es volia aconseguir i finalment s'ha sintetitzat el so original amb la nova freqüència (il·lustració 32). En aquest cas, com que es volia que la desviació de la freqüència fos major, s'ha modificat bruscament la freqüència.



Il·lustració 31: Variació de la freqüència en funció del temps en el crit de por



Il·lustració 32: Freqüència del crit de por un cop sintetitzat

Per aconseguir més "Attack time" el que s'ha fet ha estat amplificar l'ona del so en els instants inicials. Per aconseguir-ne menys, el que s'ha fet ha estat el contrari, disminuir l'ona del so en els instants inicials.

Un cop aconseguits els nous crits desitjats, aquests s'han passat a quaranta voluntaris que els han escoltat hi han hagut de dir a quina emoció creien que corresponien. Se'ls hi deia que, en els dos crits que escoltaven, n'hi havia un de por i un de dolor, i, per tant, la resposta que ells donaven podia ser o tota correcta o tota incorrecta.

2.2.3 Resultats

A continuació, hi ha l'explicació de la variació de cada un dels paràmetres modificats respecte els paràmetres originals. També, hi ha informació relacionada amb com els voluntaris han identificat els crits modificats.

2.2.3.1 "Brightness"

En el "Brightness" la variació ha estat més important. Pel que fa al crit de por original, se l'hi ha rebaixat el "Brightness" 0.28729 i el so resultant en té un de 0.28753. Al tractar amb nombres petits, pot semblar que la diferència sigui molt poca, però si tenim en compte el "Brightness" original respecte el final, la seva disminució ha estat d'un 49.97%.

En el crit de dolor original, el "Brightness" se li ha augmentat 0.24893 i el so resultant en té un valor de 0.6164. Per tant, l'augment ha estat d'un 67.74%

També, s'ha de tenir en compte que el màxim i el mínim que pot assolir el "Brightness" és, respectivament, 1 i 0. Això fa que aquestes diferències encara agafin més relleu i que aquestes modificacions, a nivell auditiu, siguin molt significatives.

2.2.3.2 Desviació estàndard de la freqüència

En la desviació estàndard de la freqüència, la variació dels seus paràmetres també ha estat significativa però a nivell auditiu l'efecte ha estat menor que en el "Brightness".

Pel que fa al crit de por original, la seva desviació típica de la freqüència ha augmentat 12.3843 Hz assolint una desviació típica de la freqüència de 15.575Hz. Si tenim en compte la desviació inicial respecte de la final l'increment ha estat d'un 388.14%.

Per altra banda, en el crit de dolor original, la seva desviació típica ha disminuït 84.7715 Hz assolint una desviació típica de la freqüència de 407.6875 Hz. La disminució entre la desviació típica inicial i la final ha estat d'un 17.21%.

2.2.3.3 "Attack time"

En l'"Attack time" és on la variació ha estat menys important pel que fa a valor absolut. No obstant això, a nivell auditiu la diferència és molt gran i això pot ser així perquè l'"Attack time" és un paràmetre que es calcula com a logaritme de base 10.

En el crit de por original, l'"Attack time" ha disminuït 0.01 i representa un descens del 25%. Pel que fa al crit de dolor original, l'"Attack time" ha augmentat 0.01 i representa un increment del 25%.

	Por amb característiques de dolor	Dolor amb característiques de por
"Brightness"	0.28753	0.61640
Desviació típica de la freqüència	15.575 Hz	407.6875 Hz
"Attack time"	0.03	0.05

Taula 3: Característiques dels crits després de modificar els seus patrons acústics

2.2.3.4 Percepció dels crits amb les característiques canviades

	Predits	
	Dolor	Por
Por amb les característiques de dolor	16	4
Dolor amb les característiques de por	4	16

Taula 4: Resultat de la percepció dels crits amb les característiques canviades

Com podem observar, els voluntaris han relacionat correctament els crits amb les característiques canviades amb una precisió del 80%. Com que només hi havia dues possibles respostes, i per tant, o les dos emocions eren relacionades correctament o no, la precisió d'encerts és la mateixa per a les dues emocions, un 80%.

2.2.4 Conclusions

Com a conclusió, es mostra una comparació entre la percepció dels crits de l'experiment anterior i la percepció dels crits amb les característiques canviades. També, es valora la importància dels paràmetres analitzats.

Els crits amb les característiques canviades han estat millor identificats respecte la nova situació emocional que els crits originals. Però, si només ens fixem en els crits de dolor i de por originals, veiem que aquests han estat lleugerament millor identificats que els crits amb els paràmetres modificats.

També, després d'haver escoltat com cada paràmetre modificava els crits, penso que la característica més important alhora d'associar un crit a una emoció és el "Brightness".

Per últim, cal remarcar que els patrons analitzats són de summa importància quan volem

associar un crit a una emoció concreta, ja que com s'ha vist en aquest experiment, els voluntaris, majoritàriament, després de sentir els crits amb els paràmetres modificats, han confós les emocions entre elles.

3. Conclusions generals

Fer el treball de recerca ha estat tot un repte i finalment una satisfacció. Durant la realització d'aquest, m'he adonat que les accions aparentment normals, com seria el fet de cridar, poden ser les més extraordinàries ja que a partir d'elles pots descobrir molta informació sobre altres aspectes com, per exemple, les emocions de les persones.

Pel que fa a la part teòrica, el seu objectiu principal era donar la informació necessària per tal de què es pogués entendre millor la part experimental. Duent-la a terme, he comprovat que coses que normalment se'ns presenten com a diferents és poden englobar conjuntament, com el so i el moviment dels astres, tot hi que cadascuna tingui les seves particularitats.

Per altra banda, he estudiat els processos de la producció i la percepció de l'organisme i n'he pogut comprovar la seva complexitat. A més, he vist que el so es pot analitzar de moltes maneres i he hagut d'estudiar diversos descriptors del so per tal de què els seleccionats fossin els més adients i que em permetessin veure amb més contundència la diferència entre els crits produïts en situacions emocionals diferents.

Referent a la part experimental, he aconseguit més practica utilitzant el mètode científic i he constatat que fer recerca és una tasca molt interessant. A mi, m'ha permès aprendre conceptes d'una manera diferent i ser més autodidacta. Per acabar, he aconseguit obtenir els objectius que esperava i les conclusions dels quals, que es troben al final de cada experiment, obren moltes portes per a futures investigacions.

Agraïments

Vull donar les gràcies a totes les persones que han col·laborat en aquest treball de recerca. Especialment, al Jordi Janer, al Perfecto Herrera, i a l'Emilia Gómez per la seva orientació durant les meves estades al MTG (Music Technology Group). També, a la Carme Alonso per l'ajut amb les tasques realitzades en llengua anglesa, al Ton Sala, per donar-me suport informàtic, i al meu tutor del treball Isaac Pardo per tot el seu seguiment.

Bibliografia

G. Peeters, S. McAdams, and P. Herrera. Instrument sound description in the context of MPEG-7. In Proc. ICMC, Berlin, 2000.

B.E Mulligan, S.C Baker, M.R Murphy, "Vocalizations as Indicators of Emotional Stress and Psychological Wellbeing in Animals" *Animal Welfare Information Center Newsletter*, Volume 5, Number 3, Fall 1994.

G. Valenzise, L. Gerosa, M. Tagliasacchi, F. Antonacci, A. Sarti, "Scream and gunshot detection and localization for audio-surveillance systems," *Advanced Video and Signal Based Surveillance*, 2007. AVSS 2007. IEEE Conference on.

Masubuchi, H.; Kobayashi, H.; "An acoustic abnormal detection system" *Robot and Human Communication*, 1993. Proceedings., 2nd IEEE International Workshop on.

Paeschke, A., Kienast, M., & Sendlmeier, W.F. (1999). F0-contours in emotional speech. *Proceedings of the 14th International Conference of Phonetic Sciences* (pp. 929–932). San Francisco, USA.

Campbell, Nick, "Databases of emotional speech", In *SpeechEmotion-2000*, 34-38.

Olivier Lartillot, Petri Toiviainen, "A Matlab Toolbox for Musical Feature Extraction From Audio", *International Conference on Digital Audio Effects*, Bordeaux, 2007.

Calvo-Manzano, Antonio. Acústica físico-musical. 1a ed. 1991. ISBN: 84-387-0381-X

Backus, John. The Acoustical Foundations of Music. 2a ed. ISBN: 0393090965

Úbeda i Comas, Joan. Lèxic Musical: Els noms de la música. 1a ed. ISBN: 84-281-0931-1.

Webgrafia

<http://ca.wikipedia.org/wiki/Laringe>

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

http://www.foniatriabonet.cat/new/Bonet_fisiologia_de_la_veu.pdf

http://en.wikipedia.org/wiki/Visceral_pleura

http://ca.wikipedia.org/wiki/Aparell_fonador

<http://www.slideshare.net/c.p.a/laparell-fonador>

<http://www.medicinadelcant.com/>

<http://www.eumus.edu.uy/docentes/maggiolo/acuapu/sap.html>

<http://insn.die.upm.es/docs/Capitulo3.1-v.2.1-7.pdf>

<http://html.rincondelvago.com/fisiologia-del-sistema-auditivo.html>

<http://www.xtec.cat/~cllomar/oida/oida.pdf>

<http://aulari.esmuc.cat/course/view.php?id=45>

<http://ca.wikipedia.org/wiki/C%C3%B2clea>

http://ca.wikipedia.org/wiki/Rampa_timp%C3%A0nica

http://ca.wikipedia.org/wiki/%C3%92rgan_de_Corti

<http://ca.wikipedia.org/wiki/%C3%80pex>

<https://www.jyu.fi/hum/laitokset/musiikki/en/research/coe/materials/mirtoolbox/MIRtoolbox1.2userguide>

<http://medin.pbworks.com/f/Anatomia%20i%20fisiologia%20de%20l%27aparell%20auditiu.pdf>

http://www.xtec.cat/~sgirones/also/el_so.htm

http://ca.wikipedia.org/wiki/Fitxer:Processing_of_sound-ca.jpg

http://es.wikipedia.org/wiki/Longitud_de_onda

<http://ca.wikipedia.org/wiki/Per%C3%ADode>

<http://es.wikipedia.org/wiki/Vibraci%C3%B3n>

http://en.wikipedia.org/wiki/Joseph_Fourier

http://2.bp.blogspot.com/_wbytmY1bcz4/TMVJASzYHI/AAAAAAAAAAJs/H4OIPLsZZy8/s1600/fourier.JPG

http://ca.wikipedia.org/wiki/Timbre_musical

<http://grups.blanquerna.url.edu/m11/infantil/qualitats.htm>

<http://ca.wikipedia.org/wiki/Bel>

http://en.wikipedia.org/wiki/Perceptual_attack_time

Annexos

Annex A: Operacions realitzades per dur a terme l'anàlisi de patrons acústics en la producció de crits humans

Desviacions estàndard de les dades

Per calcular les desviacions estàndard s'ha utilitzat el següent codi de Matlab:

```
x=[n1, n2, ..., nn]
```

```
std(x)
```

Mitjanes en els crits doblats

Mitjana "Attack time"

Dolor

Homes:

$(0.042727+0.02+0.03+0.053333+0.040588+0.03+0.037778+0.04+0.030833+0.025+0.04+0.032+0.033333)/13 = 0.0350$

Dones:

$(0.036875+0.033+0.039412+0.042857+0.038571+0.0376+0.033333)/7 = 0.0374$

Total:

$(0.042727+0.02+0.03+0.053333+0.040588+0.03+0.037778+0.04+0.030833+0.025+0.04+0.032+0.033333+0.036875+0.033+0.039412+0.042857+0.038571+0.0376+0.033333)/20 = 0.0359$

Por

Homes:

$(0.034286+0.035263+0.028571+0.036+0.04+0.04+0.040714+0.040625+0.041538+0.035833+0.047273+0.032222+0.039375)/13 = 0.0378$

Dones:

$(0.03+0.037+0.041471+0.046667+0.035714+0.037692+0.040769)/7 = 0.0385$

Total:

$(0.034286+0.035263+0.028571+0.036+0.04+0.04+0.040714+0.040625+0.041538+0.035833+0.047273+0.03+0.037+0.041471+0.046667+0.035714+0.037692+0.040769)/20 = 0.0371$

$$+0.032222+0.039375+0.03+0.037+0.041471+0.046667+0.035714+0.037692+0.040769)/20 = 0.0381$$

Sorpresa

Homes:

$$(0.035714+0.038947+0.032174+0.033077+0.03381+0.0375+0.044667+0.03913+0.025+0.039048+0.044286+0.033889+0.038846)/13 = 0.0366$$

Dones:

$$(0.038571+0.035714+0.034545+0.043333+0.033+0.046667+0.03)/7 = 0.0374$$

Total:

$$(0.035714+0.038947+0.032174+0.033077+0.03381+0.0375+0.044667+0.03913+0.025+0.039048+0.044286+0.033889+0.038846+0.038571+0.035714+0.034545+0.043333+0.033+0.046667+0.03)/20 = 0.0369$$

Mitjana "Brightness" en els crits doblats

Dolor

Homes:

$$(0.44321+0.36118+0.22897+0.3153+0.46134+0.30831+0.32632+0.36747+0.37346+0.19585+0.52607+0.26582+0.17614)/13 = 0.3346$$

Dones:

$$(0.76127+0.88055+0.79299+0.81906+0.62867+0.72572+0.35939)/7 = 0.7097$$

Total:

$$(0.44321+0.36118+0.22897+0.3153+0.46134+0.30831+0.32632+0.36747+0.37346+0.19585+0.52607+0.26582+0.17614+0.76127+0.88055+0.79299+0.81906+0.62867+0.72572+0.35939)/20 = 0.4659$$

Por

Homes:

$$(0.61887+0.10408+0.74346+0.4604+0.83441+0.55556+0.27991+0.57482+0.29376+0.35653+0.52984+0.53991+0.70804)/13 = 0.5077$$

Dones:

$$(0.75785+0.63475+0.7247+0.69666+0.75998+0.56848+0.9364)/7 = 0.7255$$

Total:

$$(0.61887+0.10408+0.74346+0.4604+0.83441+0.55556+0.27991+0.57482+0.29376+0.35653+0.52984+0.53991+0.70804+0.75785+0.63475+0.7247+0.69666+0.75998+0.56848+0.9364)/20 = 0.5839$$

Sorpresa

Homes:

$$(0.52411+0.067729+0.29817+0.38708+0.38708+0.31311+0.16128+0.33526+0.37541+0.22585+0.3316+0.37503+0.34713)/13 = 0.3176$$

Dones:

$$(0.37251+0.41956+0.39267+0.30469+0.39667+0.41392+0.52546)/7 = 0.4036$$

Total:

$$(0.52411+0.067729+0.29817+0.38708+0.38708+0.31311+0.16128+0.33526+0.37541+0.22585+0.3316+0.37503+0.34713+0.37251+0.41956+0.39267+0.30469+0.39667+0.41392+0.52546)/20 = 0.35$$

Mitjana desviació típica de la freqüència

Dolor

Homes:

$$(105.8929+23.5502+229.6786+88.6223+119.0374+193.3218+120.3595+492.4590+135.7113+104.8010+121.8520+320.0270+12.2614)/13 = 159.0442\text{Hz}$$

Dones:

$$(437.3356+636.4935+530.1895+561.4912+327.9348+385.4766+187.0374)/7 = 437.9941\text{Hz}$$

Total:

$$(105.8929+23.5502+437.3356+229.6786+88.6223+636.4935+119.0374+193.3218+120.3595+492.4590+135.7113+530.1895+104.8010+121.8520+561.4912+327.9348+385.4766+320.0270+12.261+187.0374)/20 = 256.6766 \text{ Hz}$$

Por

Homes:

$$(265.0313+42.3809+247.1625+67.0994+748.3409+8.2057+176.6667+3.1907+231.5609+189.9386+29.3482+697.6169+901.0690)/13 = 277.5086\text{Hz}$$

Dones:

$$(585.4585+9.5056+311.6734+575.8181+465.4963+6.7280+19.7470)/7 = 282.0610\text{Hz}$$

Total:

$$(265.0313+42.3809+585.4585+247.1625+67.0994+9.5056+748.3409+8.2057+176.6667+3.1907+231.5609+311.6734+189.9386+29.3482+575.8181+465.4963+6.7280+697.6169+901.0690+19.7470)/20 = 279.1019\text{Hz}$$

Sorpresa**Homes:**

$$124.5942+28.2868+220.6644+251.6285+31.9853+42.3363+17.2255+9.3423+190.1522+21.9654+6.1408+297.3427+6.2307)/13 = 95.9919\text{Hz}$$

Dones:

$$(22.5176+3.9840+297.4407+29.2131+238.1165+280.5049+494.3360)/7 = 195.1590\text{Hz}$$

Total:

$$(124.5942+28.2868+22.5176+220.6644+251.6285+3.9840+31.9853+42.3363+17.2255+9.3423+190.1522+297.4407+21.9654+6.1408+29.2131+238.1165+280.5049+297.3427+6.2307+494.3360)/20 = 130.7004\text{Hz}$$

Mitjanes en els crits reals**Mitjana "Attack time"****Dolor****Homes:**

$$(0.03+0.036667+0.03+0.035+0.035)/5 = 0.0333$$

Dones:

$$(0.03+0.02+0.035+0.03+0.045)/5 = 0.0320$$

Total:

$$(0.03+0.03+0.036667+0.03+0.035+0.035+0.02+0.035+0.03+0.045)/10 = 0.0327$$

Por**Homes:**

$$(0.03+0.04+0.034+0.04+0.06)/5 = 0.0408$$

Dones:

$$(0.04+0.05+0.037+0.04)/4 = 0.0418$$

Total:

$$(0.03+0.04+0.05+0.04+0.034+0.04+0.037+0.06+0.04)/9 = 0.0412$$

Mitjana "Brightness"

Dolor

Homes:

$$(0.65069+0.72577+0.26575+0.37368+0.47804)/5 = 0.4988$$

Dones:

$$(0.63679+0.81794+0.50978+0.69157+0.26505)/5 = 0.5842$$

Total:

$$(0.65069+0.63679+0.72577+0.26575+0.37368+0.47804+0.81794+0.50978+0.69157+0.26505)/10 = 0.5415$$

Por

Homes:

$$(0.61446+0.46459+0.28991+0.42809+0.38741)/5 = 0.4369$$

Dones:

$$(0.70795+0.82743+0.82564+0.5185)/4 = 0.7199$$

Total:

$$(0.61446+0.70795+0.82743+0.46459+0.28991+0.42809+0.82564+0.38741+0.5185)/9$$

Mitjana desviació típica de la freqüència

Dolor

Homes:

$$(218.6929+216.8307+234.5026+133.7119+20.1163)/5 = 164.7709\text{Hz}$$

Dones:

$$(292.0778+808.7814+8.1928+582.9503+203.1511)/5 = 379.0307 \text{ Hz}$$

Total:

$$(218.6929+292.0778+216.8307+234.5026+133.7119+20.1163+808.7814+8.1928+582.9503+203.1511)/10 = 271.9008\text{Hz}$$

Por**Homes:**

$$(288.9627+53.8699+263.8061+8.5814+331.6093)/5 = 189.3659\text{Hz}$$

Dones:

$$(571.1503+135.0977+512.3865+183.5036)/4 = 350.5345\text{Hz}$$

Total:

$$(288.9627+571.1503+135.0977+53.8699+263.8061+8.5814+512.3865+331.6093+183.5036)/9 = 260.9964\text{ Hz}$$

Annex B: Codis utilitzats al Matlab amb la llibreria MIRtoolbox per dur a terme l'anàlisi de patrons acústics en la producció de crits humans.

```
oldpath = cd('llocdel'ordinadoronestrob'al'arxiu');  
a = miraudio('nomdel'arxiu');  
pitch_usuari = mirpitch(a, 'Spectrum');  
seq_pitch = mirgetdata(pitch_usuari);  
plot(seq_pitch);  
std(seq_pitch)  
mirattacktime(a)  
mirBrightness(a)
```

Annex C: Enquesta duta a terme per a l'anàlisi de patrons acústics en la producció de crits humans.

Voluntari 1

Sexe: Masculí

Ha cridat davant les següents situacions emocionals?

	Si	No
Por		x
Sorpresa		x
Dolor		x

Ha relacionat bé els crits d'altres persones amb la situació emocional correcta?

	Si	No
Por	x	
Sorpresa	x	
Dolor	x	

Voluntari 2

Sexe: Masculí

Ha cridat davant les següents situacions emocionals?

	Si	No
Por		x
Sorpresa		x
Dolor		x

Ha relacionat bé els crits d'altres persones amb la situació emocional correcta?

	Si	No
Por	x	
Sorpresa		x
Dolor	x	

Voluntari 3

Sexe: Masculí

Ha cridat davant les següents situacions emocionals?

	Si	No
Por		x
Sorpresa		x
Dolor		x

Ha relacionat bé els crits d'altres persones amb la situació emocional correcta?

	Si	No
Por	x	
Sorpresa		x
Dolor	x	

Voluntari 4

Sexe: Femení

Ha cridat davant les següents situacions emocionals?

	Si	No
Por	x	
Sorpresa	x	

Dolor	x	
-------	---	--

Ha relacionat bé els crits d'altres persones amb la situació emocional correcta?

	Si	No
Por	x	
Sorpresa		x
Dolor	x	

Voluntari 5

Sexe: Masculí

Ha cridat davant les següents situacions emocionals?

	Si	No
Por	x	
Sorpresa		x
Dolor	x	

Ha relacionat bé els crits d'altres persones amb la situació emocional correcta?

	Si	No
Por	x	
Sorpresa		x
Dolor		x

Voluntari 6

Sexe: Masculí

Ha cridat davant les següents situacions emocionals?

	Si	No
Por	x	
Sorpresa	x	
Dolor	x	

Ha relacionat bé els crits d'altres persones amb la situació emocional correcta?

	Si	No
Por	x	
Sorpresa	x	
Dolor	x	

Voluntari 7

Sexe: Masculí

Ha cridat davant les següents situacions emocionals?

	Si	No
Por		x
Sorpresa		x
Dolor	x	

Ha relacionat bé els crits d'altres persones amb la situació emocional correcta?

	Si	No
Por	x	
Sorpresa		x
Dolor	x	

Voluntari 8

Sexe: Masculí

Ha cridat davant les següents situacions emocionals?

	Si	No
Por		x
Sorpresa		x
Dolor		x

Ha relacionat bé els crits d'altres persones amb la situació emocional correcta?

	Si	No
Por	x	
Sorpresa		x
Dolor	x	

Voluntari 9

Sexe: Femení

Ha cridat davant les següents situacions emocionals?

	Si	No
Por	x	
Sorpresa	x	
Dolor	x	

Ha relacionat bé els crits d'altres persones amb la situació emocional correcta?

	Si	No
Por	x	
Sorpresa		x

Dolor		x
-------	--	---

Voluntari 10

Sexe: Masculí

Ha cridat davant les següents situacions emocionals?

	Si	No
Por		x
Sorpresa		x
Dolor		x

Ha relacionat bé els crits d'altres persones amb la situació emocional correcta?

	Si	No
Por		x
Sorpresa	x	
Dolor		x

Voluntari 11

Sexe: Masculí

Ha cridat davant les següents situacions emocionals?

	Si	No
Por	x	
Sorpresa		x
Dolor		x

Ha relacionat bé els crits d'altres persones amb la situació emocional correcta?

	Si	No
Por	x	
Sorpresa		x
Dolor	x	

Voluntari 12

Sexe: Femení

Ha cridat davant les següents situacions emocionals?

	Si	No
Por	x	
Sorpresa		x
Dolor	x	

Ha relacionat bé els crits d'altres persones amb la situació emocional correcta?

	Si	No
Por	x	
Sorpresa	x	
Dolor	x	

Voluntari 13

Sexe: Femení

Ha cridat davant les següents situacions emocionals?

	Si	No
Por		x
Sorpresa		x

Dolor	x	
-------	---	--

Ha relacionat bé els crits d'altres persones amb la situació emocional correcta?

	Si	No
Por	x	
Sorpresa	x	
Dolor	x	

Voluntari 14

Sexe: Femení

Ha cridat davant les següents situacions emocionals?

	Si	No
Por		x
Sorpresa		x
Dolor	x	

Ha relacionat bé els crits d'altres persones amb la situació emocional correcta?

	Si	No
Por	x	
Sorpresa	x	
Dolor		x

Voluntari 15

Sexe: Masculí

Ha cridat davant les següents situacions emocionals?

	Si	No
Por		x
Sorpresa		x
Dolor		x

Ha relacionat bé els crits d'altres persones amb la situació emocional correcta?

	Si	No
Por	x	
Sorpresa	x	
Dolor	x	

Voluntari 16

Sexe: Masculí

Ha cridat davant les següents situacions emocionals?

	Si	No
Por		x
Sorpresa		x
Dolor		x

Ha relacionat bé els crits d'altres persones amb la situació emocional correcta?

	Si	No
Por	x	
Sorpresa	x	
Dolor		x

Voluntari 17

Sexe: Femení

Ha cridat davant les següents situacions emocionals?

	Si	No
Por		x
Sorpresa		x
Dolor		x

Ha relacionat bé els crits d'altres persones amb la situació emocional correcta?

	Si	No
Por		x
Sorpresa	x	
Dolor	x	

Voluntari 18

Sexe: Masculí

Ha cridat davant les següents situacions emocionals?

	Si	No
Por	x	
Sorpresa		x
Dolor	x	

Ha relacionat bé els crits d'altres persones amb la situació emocional correcta?

	Si	No
Por	x	

Sorpresa		x
Dolor	x	

Voluntari 19

Sexe: Femení

Ha cridat davant les següents situacions emocionals?

	Si	No
Por	x	
Sorpresa		x
Dolor		x

Ha relacionat bé els crits d'altres persones amb la situació emocional correcta?

	Si	No
Por	x	
Sorpresa	x	
Dolor	x	

Voluntari 20

Sexe: Masculí

Ha cridat davant les següents situacions emocionals?

	Si	No
Por	x	
Sorpresa		x
Dolor	x	

Ha relacionat bé els crits d'altres persones amb la situació emocional correcta?

	Si	No
Por	x	
Sorpresa	x	
Dolor	x	

Annex D: Enquesta duta a terme per a la importància dels patrons analitzats alhora de caracteritzar una emoció

Voluntari 1

Ha relacionat bé els crits amb les característiques canviades, respecte la nova situació emocional?

	Si	No
Por		x
Dolor		x

Voluntari 2

Ha relacionat bé els crits amb les característiques canviades, respecte la nova situació emocional?

	Si	No
Por	x	
Dolor	x	

Voluntari 3

Ha relacionat bé els crits amb les característiques canviades, respecte la nova situació emocional?

	Si	No
Por	x	
Dolor	x	

Voluntari 4

Ha relacionat bé els crits amb les característiques canviades, respecte la nova situació emocional?

	Si	No
Por	x	
Dolor	x	

Voluntari 5

Ha relacionat bé els crits amb les característiques canviades, respecte la nova situació emocional?

	Si	No
Por	x	
Dolor	x	

Voluntari 6

Ha relacionat bé els crits amb les característiques canviades, respecte la nova situació emocional?

	Si	No
Por		x
Dolor		x

Voluntari 7

Ha relacionat bé els crits amb les característiques canviades, respecte la nova situació

emocional?

	Si	No
Por	x	
Dolor	x	

Voluntari 8

Ha relacionat bé els crits amb les característiques canviades, respecte la nova situació emocional?

	Si	No
Por	x	
Dolor	x	

Voluntari 9

Ha relacionat bé els crits amb les característiques canviades, respecte la nova situació emocional?

	Si	No
Por	x	
Dolor	x	

Voluntari 10

Ha relacionat bé els crits amb les característiques canviades, respecte la nova situació emocional?

	Si	No
Por	x	
Dolor	x	

Voluntari 11

Ha relacionat bé els crits amb les característiques canviades, respecte la nova situació emocional?

	Si	No
Por	x	
Dolor	x	

Voluntari 12

Ha relacionat bé els crits amb les característiques canviades, respecte la nova situació emocional?

	Si	No
Por	x	
Dolor	x	

Voluntari 13

Ha relacionat bé els crits amb les característiques canviades, respecte la nova situació emocional?

	Si	No
Por		x
Dolor		x

Voluntari 14

Ha relacionat bé els crits amb les característiques canviades, respecte la nova situació emocional?

	Si	No
Por	x	
Dolor	x	

Voluntari 15

Ha relacionat bé els crits amb les característiques canviades, respecte la nova situació emocional?

	Si	No
Por		x
Dolor		x

Voluntari 16

Ha relacionat bé els crits amb les característiques canviades, respecte la nova situació emocional?

	Si	No
Por	x	
Dolor	x	

Voluntari 17

Ha relacionat bé els crits amb les característiques canviades, respecte la nova situació emocional?

	Si	No
Por	x	
Dolor	x	

Voluntari 18

Ha relacionat bé els crits amb les característiques canviades, respecte la nova situació emocional?

	Si	No
Por	x	
Dolor	x	

Voluntari 19

Ha relacionat bé els crits amb les característiques canviades, respecte la nova situació emocional?

	Si	No
Por	x	
Dolor	x	

Voluntari 20

Ha relacionat bé els crits amb les característiques canviades, respecte la nova situació emocional?

	Si	No
Por	x	
Dolor	x	

Voluntari 21

Ha relacionat bé els crits amb les característiques canviades, respecte la nova situació emocional?

	Si	No
Por	x	
Dolor	x	

Voluntari 22

Ha relacionat bé els crits amb les característiques canviades, respecte la nova situació emocional?

	Si	No
Por	x	

Dolor	x	
-------	---	--

Voluntari 23

Ha relacionat bé els crits amb les característiques canviades, respecte la nova situació emocional?

	Si	No
Por	x	
Dolor	x	

Voluntari 24

Ha relacionat bé els crits amb les característiques canviades, respecte la nova situació emocional?

	Si	No
Por	x	
Dolor	x	

Voluntari 25

Ha relacionat bé els crits amb les característiques canviades, respecte la nova situació emocional?

	Si	No
Por	x	
Dolor	x	

Voluntari 26

Ha relacionat bé els crits amb les característiques canviades, respecte la nova situació emocional?

	Si	No

Por	x	
Dolor	x	

Voluntari 27

Ha relacionat bé els crits amb les característiques canviades, respecte la nova situació emocional?

	Si	No
Por	x	
Dolor	x	

Voluntari 28

Ha relacionat bé els crits amb les característiques canviades, respecte la nova situació emocional?

	Si	No
Por	x	
Dolor	x	

Voluntari 29

Ha relacionat bé els crits amb les característiques canviades, respecte la nova situació emocional?

	Si	No
Por	x	
Dolor	x	

Voluntari 30

Ha relacionat bé els crits amb les característiques canviades, respecte la nova situació emocional?

	Si	No
Por	x	
Dolor	x	

Voluntari 31

Ha relacionat bé els crits amb les característiques canviades, respecte la nova situació emocional?

	Si	No
Por		x
Dolor		x

Voluntari 32

Ha relacionat bé els crits amb les característiques canviades, respecte la nova situació emocional?

	Si	No
Por	x	
Dolor	x	

Voluntari 33

Ha relacionat bé els crits amb les característiques canviades, respecte la nova situació emocional?

	Si	No
Por		x
Dolor		x

Voluntari 34

Ha relacionat bé els crits amb les característiques canviades, respecte la nova situació

emocional?

	Si	No
Por	x	
Dolor	x	

Voluntari 35

Ha relacionat bé els crits amb les característiques canviades, respecte la nova situació emocional?

	Si	No
Por	x	
Dolor	x	

Voluntari 36

Ha relacionat bé els crits amb les característiques canviades, respecte la nova situació emocional?

	Si	No
Por		x
Dolor		x

Voluntari 37

Ha relacionat bé els crits amb les característiques canviades, respecte la nova situació emocional?

	Si	No
Por	x	
Dolor	x	

Voluntari 38

Ha relacionat bé els crits amb les característiques canviades, respecte la nova situació emocional?

	Si	No
Por	x	
Dolor	x	

Voluntari 39

Ha relacionat bé els crits amb les característiques canviades, respecte la nova situació emocional?

	Si	No
Por		x
Dolor		x

Voluntari 40

Ha relacionat bé els crits amb les característiques canviades, respecte la nova situació emocional?

	Si	No
Por	x	
Dolor	x	