

# DISENY I CONSTRUCCIÓ D'UN NOU INSTRUMENT DE VENT-FUSTA



**Autor:** Roger Teixé

**Curs:** 2n de Batxillerat D

**Any:** 2013-2014

**Tutor:** Josep Aloy

**INS PERE VIVES VICH**

**IGUALADA**

## RESUM

La meva afició per la interpretació musical, així com la inquietud per innovar, m'han portat a realitzar aquest treball l'objectiu bàsic del qual és la construcció d'un nou instrument de vent-fusta, el xirigot, i l'anàlisi posterior de les seves característiques, així com de la seva idoneïtat per tal de formar part d'algun grup instrumental.

Prèviament ha calgut informació bàsica sobre la física del so. Posteriorment s'ha fet una comparativa de les característiques tan estructurals i de tipus de fustes, com de qualitat del so obtingut en els principals instruments de vent-fusta.

La construcció del instrument no ha estat fàcil, ja que el mètode utilitzat, propi dels luthiers, ha estat el d'assaig-error. El resultat final ha estat correcte, aconseguint un instrument amb un timbre diferent, agradable i adient per formacions musicals reduïdes, ja sigui de música antiga o de música tradicional.

## ABSTRACT

My love of music and my curiosity for innovation are the reasons behind this research project, the main aim of which is the construction of a new woodwind instrument, the xirigot, and the analysis of its characteristics, as well as its suitability to be played as part of a musical group.

For this purpose, some basic information about the physics of sound was required. A comparison was then made between its structural characteristics and the types of wood to be used, as well as the quality of the sound produced by the main woodwind instruments.

The construction of the instrument has not been easy, since the method employed is that used by luthiers themselves and consists of trial and error. The final result is quite successful, since the new instrument produces a different sound that is pleasant to the ear and is suitable for being played as part of small musical groups, whether for ancient or traditional music.

Aquest treball no hauria estat possible sense la col·laboració de moltes persones que m'han ajudat de maneres molt diferents.

M'agradaria agrair de forma molt especial l'ajuda rebuda per part d' Àngel Laguna, qui m'ha assessorat molt bé en tot els procés de disseny i creació i m'ha proporcionat tot el material per a poder realitzar les diferents peces i proves per l'instrument. Agrair també la col·laboració d'en Ton Munné per haver-me aconsellat i ajudat a dissenyar inicialment el instrument de la manera més senzilla possible i econòmica, a en Jaume Bosser per haver-me facilitat la informació de la seva feina i de diferents contactes, i al meu tiet Jordi Escura per ajudar-me a fer els plànols amb l'ordinador. També agrair a tots els professors i alumnes de l'escola de música que han participat en la gravació dels diferents instruments i sobretot agrair el temps i la paciència invertida dels meus pares que m'han donat suport en tot moment i han estat constantment ajudant-me. Agrair també al meu tutor, en Josep Aloy, per el seu interès en el meu treball.

## TAULA DE CONTINGUTS

1. INTRODUCCIÓ .....	6
2. OBJECTIUS.....	8
3. HIPÒTESIS .....	8
4. FÍSICA D'UN INSTRUMENT DE VENT.....	9
4.1 Concepte d'ona mecànica .....	9
4.2 Ones periòdiques.....	9
4.3 Ones harmòniques .....	9
4.4 Parts d'una ona harmònica.....	9
4.5 Ones sonores .....	10
4.6 Qualitats del so .....	11
4.6.1 To .....	11
4.6.2 Intensitat.....	11
4.6.3 Timbre.....	12
4.7 Velocitat de propagació del so .....	12
4.8 Reflexió, refracció i absorció del so.....	14
4.8.1 Reflexió .....	14
4.8.2 Refracció .....	14
4.8.3 Absorció.....	15
4.9 Superposició i interferències .....	15
4.10 Ones estacionàries.....	16
4.10.1 Ones estacionàries en un instrument de corda .....	16
4.10.2 Ones estacionàries en un instrument de vent .....	18
4.11 Excitació de les ones estacionàries.....	20
4.11.1 Excitació per remolí de vent .....	20
4.11.2 Excitació per membrana.....	20
4.12 Canvi de medis.....	21
5. ELS INSTRUMENTS DE VENT FUSTA.....	22
5.1 CLARINET .....	22
5.1.1 Clarinet en Si $\flat$ .....	22
5.1.2 Clarinet Sopranino en Mi $\flat$ (Requint) .....	22
5.1.3 Clarinet en La .....	23

5.1.4 Clarinet Corno di bassetto .....	23
5.1.5 Clarinet Baix.....	23
5.2 DOLÇAINA/GRALLA.....	24
5.3 FAGOT .....	25
5.3.1 Fagot .....	25
5.3.2 Fagotino .....	25
5.3.3 Contrafagot.....	26
5.4 FLABIOL.....	26
5.5 OBOÈ.....	27
5.5.1 Oboè .....	27
5.5.2 Corn Anglès.....	27
5.6 TENORA.....	28
5.7 TIBLE .....	28
5.8 FLAUTA.....	29
5.8.1 Flauta de bec .....	29
5.8.2 Flauta travessera .....	32
5.9 SAXO .....	33
5.9.1 Saxo Alt .....	33
5.9.2 Saxo Soprano .....	33
5.9.3 Saxo Baríton.....	34
6. EMBOCADURES.....	35
6.1 BISELL.....	35
6.2 CANYA SIMPLE .....	36
6.3 CANYA DOBLE .....	36
7. TUDELL.....	37
8. FUSTES UTILITZADES PER A LA CONSTRUCCIÓ D'INSTRUMENTS.....	38
8.1 BANÚS.....	38
8.2 GRANADILLO .....	38
8.3 ERABLE .....	39
8.4 PALISSANDRE .....	39
8.5 GINJOLER .....	39
8.6 BUBINGA.....	39

8.7 BOIX .....	40
9. REALITZACIÓ .....	41
9.1 CROQUIS INICIALS.....	41
9.1.1 Croquis nº1 .....	41
9.1.2 Croquis nº2 .....	41
9.1.3 Croquis nº3 .....	41
9.2 PARTS PREVISTES A PARTIR DEL CROQUIS INICIAL DEL NOU INSTRUMENT.....	41
9.2.1 La canya doble .....	41
9.2.2 El tudell.....	42
9.2.3 Cos .....	42
9.3 CONSTRUCCIÓ DE LA CANYA DOBLE .....	42
9.3.1 Materials per a la construcció .....	42
9.3.2 Passos per a la construcció.....	42
9.4 CONSTRUCCIÓ D'UNA PEÇA PER UNIR EL TUDELL I EL COS .....	45
9.5 PROVES AMB TUBS DE PVC .....	46
9.6 DESESTIMACIÓ DEL PRIMER PROJECTE .....	49
9.7 CONSTRUCCIÓ D'UN SEGON PROTOTIP .....	49
9.8 CROQUIS I PLÀNOLS A PARTIR DEL SEGON PROTOTIP .....	52
9.9 CREACIÓ D'UN NOU TUDELL PEL SEGON PROTOTIP .....	52
9.10.1 FORATS PEL COS DEL INSTRUMENT .....	71
10. ENTREVISTES A DIFERENTS LUTHIERS .....	73
10.1 ENTREVISTA A JAUME BOSSER ARTAL.....	74
10.2 ENTREVISTA A TON MUNNÉ ROCA.....	76
10.3 ENTREVISTA A ÀNGEL LAGUNA MARTÍ .....	78
11. VALORACIONS DEL XIRIGOT PER PART DE DIFERENTS MÚSICS .....	80
11.1 Olga Torra. ....	80
11.2 Carles Partegàs. ....	80
11.3 Enric Solà i Nuska Corrià. ....	80
11.4 Pepa Fusté. ....	81
12. CONCLUSIONS.....	81
15. BIBLIOGRAFIA .....	83

## 1. INTRODUCCIÓ

Aquest treball consisteix en la elaboració d'un nou instrument de vent fusta. Un instrument similar als ja existents però modificat de tal manera que es consideri un instrument nou, un instrument inventat i sense patentar.

Porto anys estudiant música a l'escola de música municipal d'Igualada (EMMI) i aquest tema de dissenyar i inventar nous instruments des de ben petit que ja m'apassiona.

Em considero un noi que li agrada molt innovar, experimentar amb les coses, crear objectes diferents i per això crec que li puc treure el màxim de profit possible en aquest treball, si m'adapto l' instrument a les capacitats musicals que més domino com la canya doble (que ja s'explicarà en el treball). A més a més estic molt interessat en aprendre a construir instruments i introduir-me en el món del luthier.

Vaig començar pensant que seria d'una fàcil realització, que amb un lleuger assessorament de coneguts amb coneixements bàsics, amb l'ajuda del meu oïda i de unes quantes idees de física de seguida estaria fet i es podria optimitzar. Com que a classe de física havíem parlat de les ones sonores que es formaven en els instruments, vaig pensar en buscar informació de com es formen aquestes ones per tal de veure si hi ha una fórmula matemàtica que permeti fer els forats a unes distàncies concretes. Així que vaig buscar primerament informació sobre la física del funcionament de les ones i del so, i semblava força fàcil pel fet de que semblava que hi havia un cert ordre. Més, endavant, buscant més articles de física, ja vaig començar a deduir que no era una ciència tan exacte i que calia fer diferents aproximacions a la realitat per evitar certes desviacions.

Tot seguit vaig comparar diferents instruments de vent fusta per veure els diferents timbres, formes, llargades, estructures, fustes que els formen... i així poder construir el nou instrument sabent com afecta cada propietat. La informació de cada instrument la vaig recollir en unes fitxes tècniques. L'elaboració d'aquest recull de fitxes amb la corresponent gravació del timbre de cada un dels instruments ha estat un treball laboriós, ja que ha calgut contactar amb els instrumentistes corresponents. Especialment interessant va ser elaborar la fitxa dels clarinets per la que em vaig haver de desplaçar fins a Reus on el professor de clarinet Carles Partegàs té una col·lecció pròpia amb tota la diversitat de clarinets.

També hem em vaig informar sobre l'organologia, que és la ciència que estudia els instruments musicals i la seva classificació, i consecutivament em vaig informar també sobre l'acústica i els treballs dels luthiers. En informar-me sobre aquests temes me'n vaig adonar que s'utilitzava el mètode d'assaig error, i que sí, que sí que existien unes fórmules, però no les vaig trobar. Per internet hi ha alguns mètodes que donen les distàncies per fer forats però no coincideixen entre ells així és que no me'n vaig fiar.

Així que puc dir que a la realitat m'he trobat que tot és molt més complicat. Que les lleis de la física no es compleixen de forma exacta degut a les irregularitats de les fustes amb els seus nusos, diferents temperatures, diferents cabals d'aire, diferents turbulències, etc. Que he hagut d'aplicar el mètode de l'assaig-error, que també és el que fan servir els professionals i que per això es necessita molt paciència. I sobretot, que hi ha hagut moments difícils en els que m'ha traït la falta d'experiència.

Tot i això finalment el resultat ha estat bo.

Malgrat els entrebancs que explicarem a continuació, ha estat una experiència entretinguda la qual encara m'ha fet tenir una relació més estreta amb la música.

La feina de luthier és una feina on s'hi perden moltes hores i inclús s'hi pot arribar a perdre molts diners, però la satisfacció personal de poder reproduir un instrument, o inventar-ne un de nou, és molt més gran que qualsevol altre cosa. Per això estic tant interessat en aquest món, pel fet de imposar la satisfacció a tot lo altre.

Per acabar aquesta introducció repetiré una frase d'un luthier sud-americà, Angel Sampedro del Río, que diu que: *"És important destacar que el luthier de vents, si bé tracta amb materials tangibles, el que en realitat està formatant és aire"*.



## 2. OBJECTIUS

1. Dissenyar un nou instrument i construir-lo.
2. Esbrinar si ja s'han dissenyat altres instruments, i saber quina utilitat tenen
3. Cercar quins tipus de fusta s'utilitzen per a la construcció d'instruments i cercar quina és la millor per a cada instrument.
4. Buscar la millor fusta pel que fa al punt de vista econòmic per tal de construir un nou instrument, desconeixent com ha de ser el seu timbre final.
5. Escoltar el timbre obtingut per veure si és nou o similar als ja existents.
6. Valorar si s'acceptaria en un conjunt de música.
7. Preguntar als professionals que els hi sembla aquest nou instrument.

## 3. HIPÒTESIS

1. Dissenyar i construir un nou instrument de vent és fàcil a partir d'un tub de PVC que ens pot servir de referència. Només és qüestió de fer-li els forats corresponents.
2. És possible obtenir un timbre mai escoltat.
3. Aquest instrument es podrà acoblar amb facilitat a un grup de música tradicional o de música antiga

## **4. FÍSICA D'UN INSTRUMENT DE VENT**

Els instruments musicals emeten so d'una determinada nota gràcies a la formació d'ones estacionàries. És el cas de tots els instruments de vent i de fusta aquestes ones són unidimensionals i en els instruments de percussió aquestes són bidimensionals.

Per entendre la formació d'aquestes ones en un instrument anem a fer una petita introducció al món de les ones.

### **4.1. Concepte d'ona mecànica**

Una ona es una sistema de transmissió d'energia, però no de matèria. En seria un exemple les peces de dominó col·locades verticalment una a costat de l'altre i que com a conseqüència de l'energia que pot aportar un dit fent caure la primera, aquesta fa caure la segona i aquesta la tercera i així successivament. Es transmet matèria i no energia.

Quan una ona necessita d'un medi material per transmetre's diem que és una ona mecànica, com les ones del mar. En canvi, si no necessita cap medi per propagar-se, com la llum, diem que es tracta d'una ona electromagnètica.

### **4.2. Ones periòdiques**

Són aquelles ones en les que la pertorbació que es transmet té sempre la mateixa forma i es va repetint amb les mateixes característiques.

### **4.3. Ones harmòniques**

Són un tipus d'ones en les que la pertorbació que es transmet provoca a la partícula un moviment harmònic simple, és a dir un moviment rectilini oscil·latori que es repeteix periòdicament. Per tant, totes les ones harmòniques són periòdiques.

El conjunt de diferents posicions, velocitats i acceleracions que segueix una partícula en el seu moviment d'oscil·lació i que es repeteix periòdicament s'anomena cicle.

### **4.4. Parts d'una ona harmònica**

Per a determinar les característiques d'una ona harmònica s'utilitzen quatre paràmetres.

1. La longitud d'ona ( $\lambda$ ). Es la distància que separa dos punts consecutius que es troben en el mateix estat d'oscil·lació, és a dir que estan separats per un cicle. Es mesura en metres.
2. L'amplitud (A). Es la distància que són separades como màxim les partícules de la seva posició inicial (abans de ser pertorbades). També es mesura en metres.
3. El període (T). És el temps que tarda una partícula afectada per una ona a realitzar una oscil·lació complerta, és a dir el temps que tarda a realitzar un cicle. Es mesura en segons
4. La freqüència (f). Es el número de cicles que realitza una ona en un segon. Es mesura en Hz o  $s^{-1}$

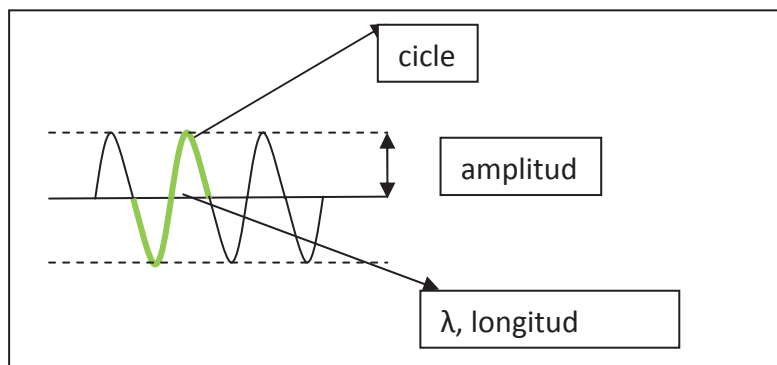


Fig. 1. Parts fonamentals d'una ona harmònica.

#### 4.5 Ones sonores

Per tal de que es produeixi un so és necessari que un objecte vibri i que un medi material transmeti aquesta vibració. Així, per exemple si colpegem amb una baqueta la membrana d'un timbal aquesta vibra i en vibrar transmet energia a les molècules d'aire que te pel damunt fent-les vibrar. Aquestes molècules, amb el seu moviment d'oscil·lació xoquen amb les molècules d'aire veïnes que també comencen a vibrar. I aquestes amb les altres, i així successivament. La pertorbació es transmet a través de les molècules d'aire fins que arriba al nostre oïda, en el que s'inicien també un sèrie de vibracions, començant pel timpà, fins arribar a les terminacions nervioses del nervi auditiu que transmet al cervell la sensació sonora.

Així doncs, les ones sonores són ones mecàniques, que es transmeten en les tres dimensions de l'espai (tridimensionals) i que si el medi és homogeni es poden considerar ones esfèriques (tots els punts que es troben en el mateix estat de vibració formen una esfera). A més, com que la direcció de propagació d'una ona sonora

coincideix amb la direcció d'oscil·lació de les partícules (ja siguin d'aire, aigua, un sòlid, etc.) diem que tracta d'ones longitudinals. L'energia que transmeten s'anomena energia acústica.

Per altre banda, també podem dir que les ones sonores són ones de pressió, ja que quan a conseqüència d'aquestes les partícules són pertorbades s'ajunten varies d'elles en una mateixa zona a la vegada, mentre que la zona veïna queda més buida. Es creen doncs, zones d'aire de diferent densitat, que es van alternant (zones amb poca densitat, zones amb molta densitat). Això provoca que hi hagi una alternança d'una zona amb molta pressió seguida d'una zona amb poca pressió. Per aquest motiu es considera que les ones sonores són ones de pressió en les que aquesta pressió oscil·la entre uns valors màxims i mínims.

#### 4.6 Qualitats del so

En tot so podem destacar tres qualitats:

**4.6.1. To.** Ve determinat per la freqüència del so. A partir del to podem classificar els sons en:

- Aguts. Sons de freqüència elevada
- Greus. Sons de freqüència baixa

En música, els tons s'identifiquen amb les diferents notes musicals. Així la nota que s'utilitza normalment com a referència, el La natural, correspon a una freqüència de 440 Hz.

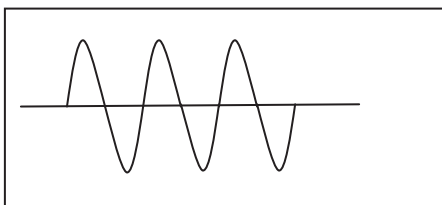


Fig. 2.1 So agut

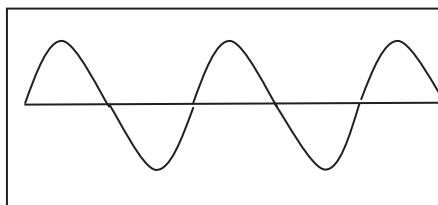


Fig. 2.2. So greu

*Fig. 2 Tos dos sons tenen la mateixa intensitat (amplitud) però diferent to (freqüència).*

**4.6.2 Intensitat.** Està relacionada amb l'amplitud de la pertorbació que ha causat l'ona sonora i per tant amb l'energia que transmet. Com més ampla és la pertorbació inicial més ampla és també l'ona generada i major és la seva intensitat. Aquesta intensitat la identifiquem amb el volum. Un volum de so molt alt és sinònim d'una intensitat sonora molt alta i per tant d'una gran quantitat d'energia.

El volum o intensitat sonora es mesura en decibels.

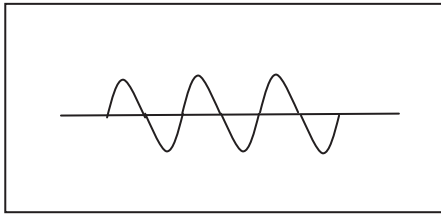


Fig. 3.1 So poc intens

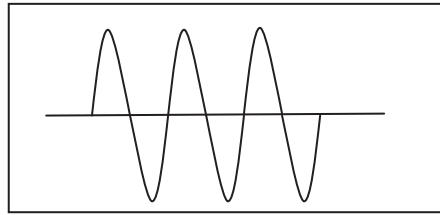


Fig.3.2. So molt intens

Fig. 3. Tos dos sons tenen el mateix to (freqüència) però diferent intensitat (amplitud).

#### 4.6.3 Timbre.

El timbre és la qualitat que ens permet distingir els sons d'origen diferent.

Tots els sons són el resultat de la superposició de diferents ones sonores, cada una de les quals pot tindre diferent longitud d'ona i diferent amplitud. L'ona resultant tindrà unes determinades característiques segons les ones que s'han sobreposat. Aquestes característiques constitueixen l'anomenat timbre.

El timbre ens permet distingir la veu d'una determinada persona. Com que cada persona té una forma de cara i de coll diferent, en cada una els sons originats per les cordes bucals es reflexen i sobreposen de forma diferent, donant una ona sonora final amb unes característiques particulars.

De la mateixa manera cada instrument musical pot ser reconegut a partir del seu timbre, ja que les caixes de ressonància de cada un d'ells on se sobreposen les ones sonores generades tenen característiques diferents.

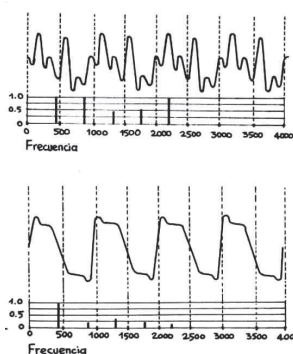


Fig. 4. Ona resultant en tocar una La de 440 Hz en un violí (a dalt) i en un piano (a baix).

#### 4.7 Velocitat de propagació del so

Les ones es propaguen seguint un m.r.u. i per tant amb velocitat constant.

Si  $v = \Delta x / t$ , en el cas d'una ona  $v = \lambda / T$  o el que és el mateix  $v = \lambda \cdot f$  i per tant la freqüència d'un so serà  $f = v / \lambda$

La velocitat d'una ona només depèn de les característiques del medi que pel que es transmet.

En el cas de les ones sonores, donat que es tracta de transmetre una vibració per mitjà del xoc d'unes partícules contra unes altres, com més properes estiguin les partícules major serà la velocitat de propagació de l'ona. Així una ona sonora es transmetrà més ràpidament a través d'un medi sòlid, la velocitat disminuirà en un medi líquid i encara serà menor en un medi gasós.

Dins de cada medi, ja sigui sòlid, líquid o gas la velocitat depèn de diferents paràmetres propis del medi. Així, en una corda la velocitat depèn de la tensió de la corda ( $T$ ) i de la densitat lineal de massa ( $\mu$ ).  $V = \sqrt{T/\mu}$ . Així, si canviem el material de les cordes o el gruix d'aquestes s'aconsegueixen velocitats diferents i per tant freqüències diferents, ja que hem vist que la freqüència depèn de la velocitat. D'aquesta manera cada una de les cordes d'un instrument de corda (fetes de diferents gruixos i materials) dona freqüències diferents que s'acaben d'afinar tensant-les més o menys, és a dir variant la seva tensió.

En el cas dels instruments de vent les ones sonores es formen dins d'una columna d'aire. En aquest cas no es pot canviar la velocitat de propagació ja que les característiques del medi són les mateixes per a tot el instrument. La velocitat de transmissió depèn del mòdul de compressibilitat de l'aire ( $B$ ) i de la seva densitat ( $\rho$ ). En el seu càlcul també cal tindre en compte el quocient de les calors específiques a volum constant i a pressió constant ( $\gamma$ ), anomenat també constant adiabàtica que té un valor constant de 1,4.  $V = \sqrt{\gamma \cdot B / \rho}$

Per la raó acabada d'explicar la temperatura influeix en la velocitat de propagació del so. Així que a mesura que augmenta la temperatura la velocitat augmenta ja que les molècules es mouen més i és més fàcil per elles xocar. En concret la velocitat augmenta 1,3 m/s per cada °C que augmenta la temperatura. Això provoca un augment en la freqüència del so. En un concert, en una sala inicialment freda en la que va augmentant la temperatura, els instruments de vent es van desafinant contínuament, tornant-se el so cada vegada més agut.

En els instruments de corda passa al revés. Un augment de temperatura no provoca una variació de la densitat del material però sí certa dilatació que fa que disminueixi la tensió. Llavors el so es transmet més lentament i la freqüència disminueix, tornant-se el so més agut a mesura que disminueix la temperatura.

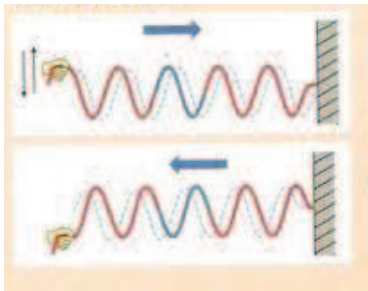
#### **4.8 Reflexió, refracció i absorció del so.**

Com totes les ones, les ones sonores es reflexen, es refracten i són absorbides.

##### **4.8.1. Reflexió**

Quan una ona sonora topa amb un medi que no la deixa passar es reflexa, és a dir fa un canvi de sentit retornant al seu lloc d'origen. D'aquest fet en deriven dos fenòmens: l'eco i la reverberació.

En el cas dels instruments musicals les reflexions poden tindre lloc a l'interior de l'instrument, en la seva caixa de ressonància. Depenent de la seva forma i mida el nombre de reflexions variarà.



*Figura 5. Reflexió d'una ona. Imatge extreta d'Astres 4.*

##### **4.8.2. Refracció**

Quan un so passa d'un medi a un altre en el que es transmet amb una velocitat diferent la seva direcció de propagació varia, és desviat.

Quan l'ona sonora de la corda del violí passa a l'aire es refracta, ja que la velocitat de transmissió disminueix (passem d'un sòlid a un gas). Quan l'ona sonora que es transmet per l'aire del tub d'un instrument de vent es propaga a l'exterior no canvia de medi però sí que les característiques de l'aire pel que es transmet. Hi ha una lleugera refracció.

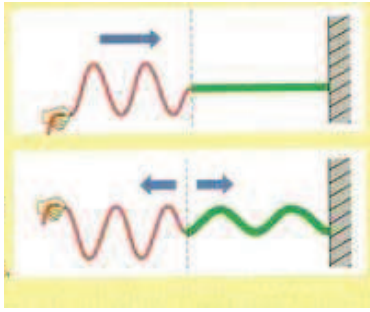


Figura 6.Refracció d'una ona. Imatge extreta d'Astres 4.

#### 4.8.3 Absorció.

Quan un so passa a través de determinats materials part d'aquest és absorbit en forma d'energia per les mateixes molècules que formen el material. Això fa que el so perdi intensitat.

En els instruments musicals això es un fenomen a tindre en compte ja que depenent del material del que està fet l'instrument l'absorció serà major o menor. Així, en els instruments de fusta, segons la porositat de la fusta hi haurà més o menys absorció de determinades ones i per tant el so pot ser diferent.



Figura 7. Absorció d'una ona. Imatge extreta d'Astres 4.

Cal tindre en compte que aquest tres fenòmens ondulatoris tenen lloc de forma simultània en la majoria dels casos. És a dir, quan una ona canvia de medi de propagació, part es reflexa, part es refracta i part és absorbida. En un instrument, en concret en un instrument de vent, la forma i el material tindran molt a veure en distribuir la part que es reflexa, la part que es refracta i la part que s'absorbeix.

#### 4.9 Superposició i interferències

Quan dos o més ones es propaguen per una mateixa regió de l'espai es produeix la superposició d'elles. Així el timbre d'un determinat so depèn de les ones que s'han superposat. En el cas d'un instrument aquest fenomen succeirà en la caixa de ressonància.



Quan en un mateix punt arriben diferents ones sonores a la vegada com a conseqüència d'una múltiple reflexió del so es produeixen interferències.

#### 4.10 Ones estacionàries

Els instruments musicals, ja hem dit al principi d'aquest apartat de física, que produeixen unes ones particulars que reben el nom d'ones estacionàries. Com és més fàcil entendre la formació d'una ona estacionària en un instrument de corda, primer analitzarem com es forma en aquest.

##### 4.10.1. Ones estacionàries en un instrument de corda

Quan en un instrument de corda fem una perturbació inicial (corda pessigada pels dits, fregada amb un arquet o percutida amb un martell) aquesta es propaga cap els dos extrems de la corda i es reflexa originant dues ones en sentit contrari, amb igual longitud d'ona, igual freqüència i de la mateixa amplitud que se superposen. El resultat és una ona que no es desplaça, sinó que es queda vibrant sempre en un mateix lloc (d'aquí el nom d'estacionària) fins que es dissipa amb el fregament amb l'aire.

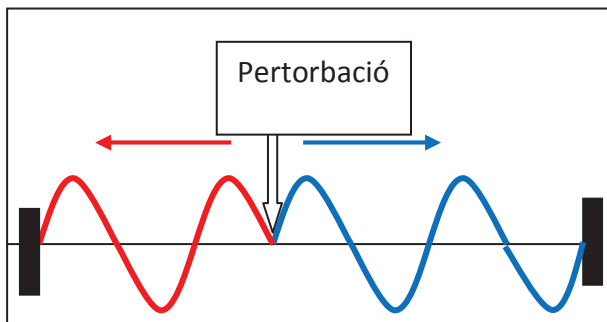


Fig 8.1 Una corda és pertorbada i es formen dues ones que es reflexen en arribar als extrems fixes

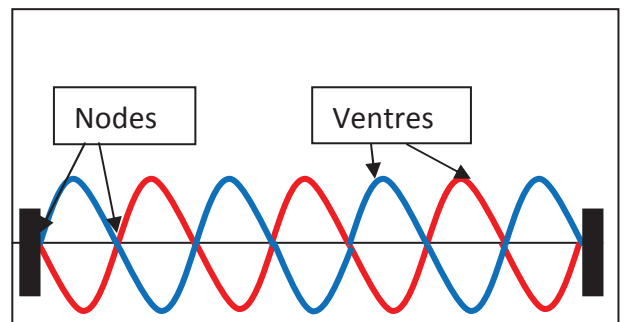


Fig. 8.2. Ona estacionària ja formada

Com que no es mou, hi ha punts de la corda que mai vibren en aquesta ona i que s'anomenen nodes i d'altres que en tot moment arriben a l'amplitud màxima i que s'anomenen ventres. Degut a que la corda està fixada pels dos extrems, en aquests sempre es produiran nodes.

En pertorbar no només es forma una ona estacionària sinó vàries que se superposen. Així es formen els anomenats harmònics.

L'ona més gran que es pot formar és la que la seva longitud d'ona ( $\lambda$ ) és el doble de la llargada de la corda ( $L$ ). Aquesta és la que s'anomena harmònic fonamental. I la seva freqüència serà

$$f = v / \lambda, \text{ per tant } f_0 = v / 2L$$

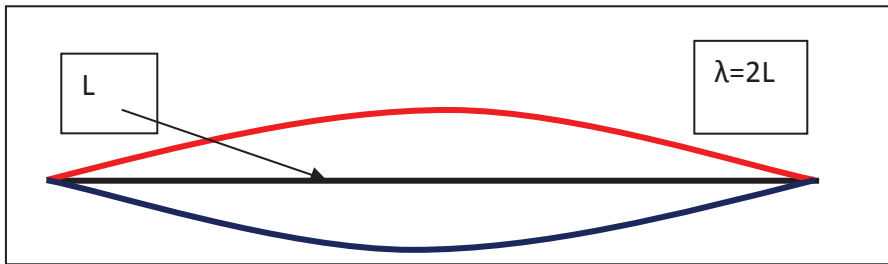


Fig 9. Formació del primer harmònic o harmònic fonamental

El segon harmònic tindrà una longitud d'ona igual a la llargada de la corda.

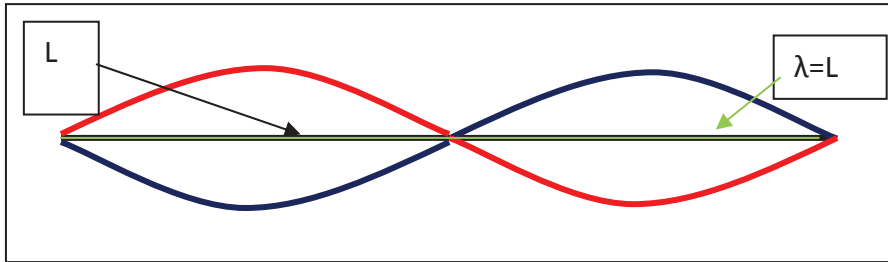


Fig 10. Formació del segon harmònic

El tercer tindrà una longitud d'ona de 2/3 de L.

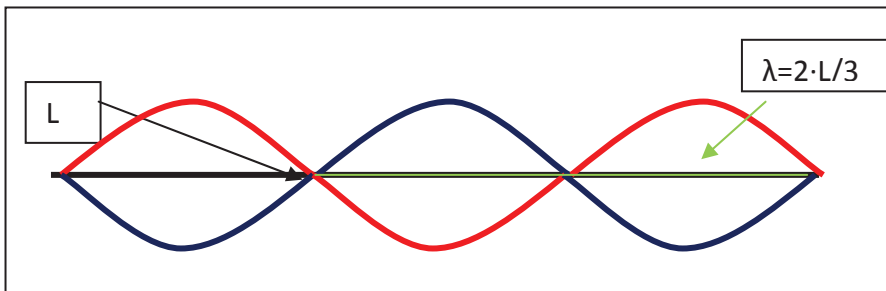


Fig 11. Formació del tercer harmònic

I així successivament de manera que  $\lambda = 2 \cdot L / n$  on n és el nombre d'harmònic.

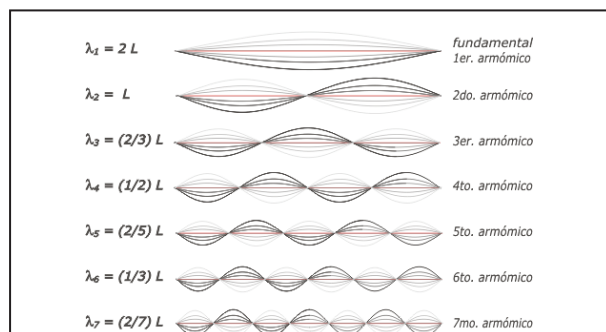


Fig 12. Formació dels diferents harmònics en una corda fixada pels dos extrems. Imatge extreta de [http://neuro.qi.fcen.uba.ar/ricuti/No\\_me\\_salen/ONDAS/Ap\\_ond\\_11.html](http://neuro.qi.fcen.uba.ar/ricuti/No_me_salen/ONDAS/Ap_ond_11.html)

Si  $f = v / \lambda$   $f = v \cdot n / 2 \cdot L = n f_0$  . Per tant tots els harmònics obtinguts seran múltiples de la freqüència fonamental. Així, quan un guitarrista amb el dit fixa una determinada longitud de corda obté una determinada freqüència (nota) més els harmònics d'aquella mateixa nota. Si fixa una altre llargada canviant de posició el dit obtindrà una altre nota.

Les ones estacionàries obtingudes a la corda provoques una vibració a l'aire amb la mateixa freqüència, i per tant la mateixa nota, encara que no amb la mateixa longitud d'ona ja que ja hem vist que en l'aire es propaguen amb una velocitat diferent.

#### 4.10.2. Ones estacionàries en un instrument de vent

Els instruments de vent es consideren com un tub obert pels dos extrems. N'és una excepció el clarinet que pel tipus d'embocadura es comporta com un tub obert per un cantó i tancat per un altre.

Si ens fixem per exemple en una flauta veurem que la columna d'aire en la que es formaran les ones estacionàries té una llargada que depèn de la distància entre l'orifici inicial i de quin és l'últim forat que està tapat.

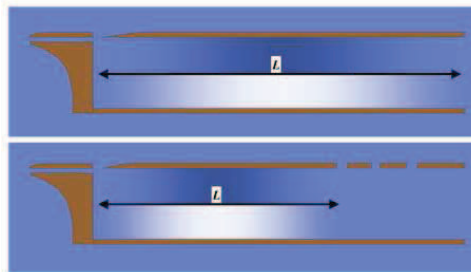


Fig.13. Llargada de la columna d'aire efectiva en una flauta. Imatge extreta de [http://baldufa.upc.edu/arcadi/acustica/Bloc3/Tema10/Fitxes/T10\\_04\\_Diferents\\_notes\\_longitud\\_1.htm](http://baldufa.upc.edu/arcadi/acustica/Bloc3/Tema10/Fitxes/T10_04_Diferents_notes_longitud_1.htm)

Per tant les partícules a vibrar, les de l'aire, no estan fixes als extrems sinó al contrari gaudeixen de completa llibertat. Com a conseqüència l'ona estacionària que es formarà tindrà ventres en els seus extrems si considerem el desplaçament de les partícules d'aire. Però si el que fem és considerar l'ona estacionària com una ona de pressió d'aire en realitat en els extrems es formaran nodes (punts on la pressió és mínima) i podem deduir doncs que el seu comportament serà similar al d'una corda fixa pels dos extrems.

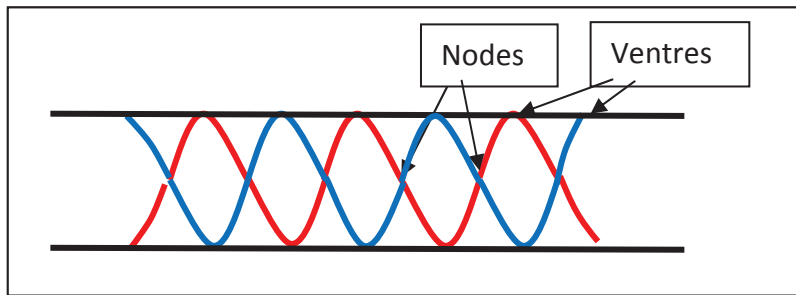


Fig. 14 . Formació d'una ona estacionària en el interior d'un tub obert pels dos extrems. L'ona més gran que es pot formar tindrà un node i dos ventre, si considerem el desplaçament de les partícules i la seva longitud d'ona serà el doble de la longitud de la columna d'aire efectiu que hi ha en l'interior del tub,  $\lambda = 2L$  . I la seva freqüència serà  $f = v / \lambda$ , per tant  $f_0 = v / 2L$ . Aquesta serà la freqüència de l'harmònic fonamental

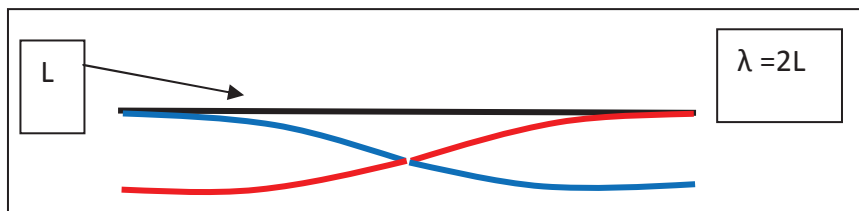


Fig. 15. Formació de l'harmònic fonamental en el interior d'un tub obert pels dos extrems.

El segon harmònic tindrà una longitud d'ona igual a la llargada del tub d'aire efectiu.

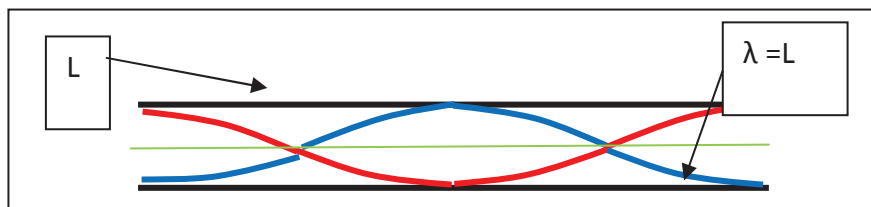


Fig. 16. Formació del segon harmònic en el interior d'un tub obert pels dos extrems.

El tercer harmònic tindrà una longitud d'ona de  $2/3$  de  $L$  i així successivament.

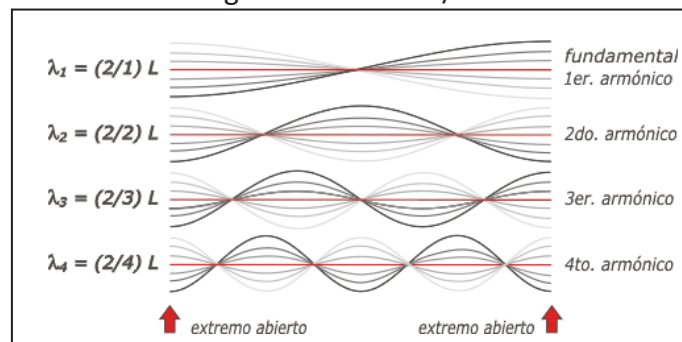


Fig 17. Formació dels diferents harmònics en un tub obert pels dos extrems. Imatge extreta de [http://neuro.qi.fcen.uba.ar/ricuti/No\\_me\\_salén/ONDAS/Ap\\_ond\\_12.html](http://neuro.qi.fcen.uba.ar/ricuti/No_me_salén/ONDAS/Ap_ond_12.html)

Deduïm doncs que en un instrument de vent, els harmònics obtinguts per a una determinada digitació, i per tant columna d'aire són múltiples de l'harmònic fonamental.

Hi ha una excepció, que és el clarinet, que degut a la seva embocadura funciona com un tub tancat per un extrem i obert per un altre. Això provoca que només sigui possible obtenir els harmònics que són múltiples senars de la freqüència principal.

La pràctica, però, ens diu que aquestes fórmules que permeten el càlcul de la freqüència dels harmònics, anomenades també freqüències de Bernoulli, són una bona aproximació als fets reals. Però hi ha moltes desviacions, majoritàriament a que els extrems oberts d'un tub no corresponen mai exactament, a un ventre, tal i com indica la teoria. Aquestes desviacions s'han intentat explicar amb models matemàtics molt complexos però mai satisfactoris. Alguns luthiers ho compensen per mitjà de fórmules empíriques, que sense estar basades en cap teoria, resolen certs problemes.

#### **4.11 Excitació de les ones estacionàries**

Per tal de produir les ones estacionàries correctes, cal que la pertorbació inicial que les provoca (excitació) sigui la correcta. En els instruments de corda depèn del punt de la corda on es fa la pulsació d'aquesta.

En el cas dels instruments de vent depèn de com es fa vibrar l'aire inicialment, és a dir de l'embocadura. Segons això aquests instruments es classifiquen en dos tipus: els de remolí de vent i els de membrana.

##### **4.11.1 Excitació per remolí de vent**

És el cas dels flabials, flautes, orgues, en els que l'aire es bufa en el orifici inicial i per tant es provoca un remolí de vent. Aquesta embocadura rep el nom de bisell (veure més endavant en l'apartat 6.1.)

Depenent de si la bufada és més forta o fluixa la intensitat dels harmònics pot canviar i es pot passar a una octava superior o inferior per a una mateixa nota. Depenent de l'angle amb el que es bufa pot variar la riquesa d'harmònics d'excitació i per tant els harmònics finals poden correspondre a un timbre o a un altre.

##### **4.11.2 Excitació per membrana**

És el cas dels saxos, oboès, fagots, que obtenen l'excitació de la vibració produïda en aquestes membranes anomenades també canyes (veure apartats 6.2 i 6.3).

Les ones estacionàries es produeixen a partir de la vibració d'aquestes membranes. Dependrà doncs del material de les membranes, de la seva rigidesa i dels seu gruix que el to obtingut sigui més agut o més greu.

#### 4.12 Canvi de medis

El pas d'una ona estacionària unidimensional a un altre medi que li permet ser esfèrica és un problema. Així, en els instruments de corda, en el que l'ona ha de passar de la corda a l'aire, com l'energia de l'ona ha de passar d'una situació lineal en un corda a una esfèrica, s'ha de repartir entre totes les partícules afectades i per tant la que rep cada una d'elles és mínima. És necessari posar un medi entremig per tal de que el pas no sigui directa. Per això tots els instruments de corda tenen una caixa de ressonància que permet ampliar la intensitat del so i d'aquesta manera quan les ones passen definitivament a l'aire ho fan amb més intensitat. El gruix, el tipus de fusta, el vernís, i múltiples aspectes més influiran directament en la capacitat ressonadora de la caixa i per tant en les característiques del so final. Per tant l'art de construir un instrument musical és complicat i no es pot encaixar dins cap fórmula física.

En el cas dels instruments de vent la caixa de ressonància no és necessària per què el medi és el mateix. Però si que hi ha el pas de l'ona unidimensional, en el tub, a l'ona tridimensional, en l'aire. Físicament, està demostrat, que com més gran sigui el radi del tub de l'instrument més fàcil serà l'adaptació a l'aire. Per tal de facilitar aquest pas, alguns instruments de vent varien progressivament el seu diàmetre al llarg del tub. D'altres instruments tenen una campana final cònica, que fa que augmenti el radi del tub i que facilita l'adaptació. Els instruments de vent completament rectilinis seran d'afinació complicadíssima.

## 5. ELS INSTRUMENTS DE VENT FUSTA

Per tal d'orientar-me una mica en el disseny del nou instrument he fet una recerca prèvia de les principals característiques dels instruments de vent ja existents.

### 5.1 CLARINET

És un instrument de vent fusta utilitzat en diferents camps en el món de la música. Aquests camps són: com a principal el món Clàssic (on s'explota el clarinet gràcies a la seva capacitat de poder fer solos en una orquestra i al seu timbre dolç), i després entrem en el món modern on el trobem en sessions de Jazz (com a conseqüència de la agilitat que pot assolir el músic), i en grups moderns de Pop/Rock (per el seu so dolç i agilitat extraordinàriament virtuós).

El clarinet més utilitzat és el clarinet en Si  $\natural$ , tot i que també hi ha altres estructures de clarinets que reben diferents noms.

#### 5.1.1 Clarinet en Si $\natural$

Llargada: 55 cm

Material: Fusta de Banús, resina i plàstic.

Octaves: Quatre

Nº de forats: 23

Tipus d'embocadura: Llengüeta

Parts: broquet, barrilet, cos superior, cos inferior i campana.

Estructura: Allargada i cilíndrica d'un sol tub

Timbre: So dolç, clar i net com el nom indica

(clarinet), àgil, fluid, còmode amb una petita

dificultat per passar d'octaves (les digitacions varien i és molt difícil controlar el so ja que requereix molta precisió). Si es toca relaxat el so és preciós i l'oïen també si sent, si en canvi es toca tens i nerviós el so pot ser esgarriador i lleig. Escoltar Pista 1 (CD).



*Img. 1 (Bibliografia)*

#### 5.1.2 Clarinet Sopranino en Mi $\flat$ (Requint)

Consta de una llargada de 42,9 cm, és el més petit de la família dels clarinets.

Com tots els altres clarinets, el requint està fet amb fusta de banús, resina i plàstic.

Té un registre de quatre octaves igual que la majoria però aquestes octaves se situen més amunt o sigui són més agudes que la resta de clarinets.

Utilitza la embocadura de llengüeta o pala simple de canya i té la mateixa estructura que el clarinet normal, però amb unes dimensions molt més reduïdes.

Timbre: Pista 2 (CD)

### **5.1.3 Clarinet en La**

Consta de una llargada de 59 cm, és el segon més utilitzat després del clarinet en Si  $\text{♯}$ .

Aquest clarinet també està format per fusta de banús, resina i plàstic com la resta.

També consta de un registre de quatre octaves, però aquestes mig to més greu que el clarinet en Si  $\text{♯}$ .

Utilitza la embocadura de llengüeta o pala simple de canya i té la mateixa estructura que el clarinet normal, però amb unes dimensions una mica més grans que el clarinet en Si  $\text{♯}$ .

Timbre: Pista 3 (CD)

### **5.1.4 Clarinet Corno di bassetto**

Consta de una llargada de 108 cm, és el menys utilitzat en la família dels clarinets.

Aquest clarinet també està format per fusta de banús, resina i plàstic com la resta.

També consta de un registre de quatre octaves, però aquestes se situa en la tonalitat de FA.

Utilitza la embocadura de llengüeta o pala simple de canya i té una estructura diferent a la del clarinet normal, és de dimensions bastant més grans que el clarinet en Si  $\text{♯}$ , té una forma de "S" poc marcada i acaba amb un petit tudell com el de un corn anglès però més doble.

Timbre: Pista 4 (CD)

### **5.1.5 Clarinet Baix**

Consta de una llargada de 155 cm, és més utilitzat que el Corno di bassetto.

Aquest clarinet també està format per fusta de banús, resina i plàstic com la resta.

També consta de un registre de quatre octaves, i està afinat en Si  $\text{♯}$ .



Utilitza la embocadura de llengüeta o pala simple de canya i té una estructura similar a la del corno, és de dimensions més grans, té una forma de "S" molt més marcada i acaba amb tudell més gros com el de un saxo.

Timbre: Pista 5 (CD)

## 5.2 DOLÇAINA/GRALLA

Són uns instrument de vent fusta i de canya doble que han estat explotats majoritàriament aquí a Catalunya i als voltants, com el País Basc, Valencia, Castella i Aragó. La dolçaina és el nom per anomenar el instrument internacionalment i el comú i el nom de gralla és amb el que anomenem el derivat de la dolçaina aquí a Catalunya, igual que al País Basc que li diuen amb un altre nom ja que és un altre derivat: Bolin-Gozo.

Aquests instruments s'utilitzen majoritàriament en el camp de la música tradicional, però ara també s'està explotant en el camp modern amb la música Ska catalana i derivats com ara en grups importants com: Obrint Pas, Ressaka Ska, La Gossa Sorda, etc..

### **Dolçaina/Gralla**

Llargada: 40 cm.

Material: Fusta autòctona, de ginjoler, boix, cirer, més modernament (els anys 70) de fustes tropicals, palisandres i granadillo i a partir de l'any 2007 Paco Bessó va fer les primeres dolçaines fetes de resina plàstica que, igualant molt la sonoritat de les de fusta, són més econòmiques i resistents i amb una compensació en quant a l'afinació molt acceptable.

Octaves: Dues.

Nº de forats: Set forats i dos d'auxiliars.

Tipus d'embocadura: Canya doble.

Parts: Pipa, el tudell, el gobelet (o cap), el cos i la campana.

Estructura: Allargada i cilíndrica d'un sol tub.

Timbre: So molt fortí una mica estripat, ideal per tocar en llocs oberts. És força àgil en excepció a l'hora de fer alteracions i en els aguts. Escoltar Pista 5 (CD)



*Img. 2 (Bibliografia)*

### 5.3 FAGOT

És un instrument de vent fusta utilitzat en el camp de la música Clàssica i per ser més concret va ser explotat en la època barroca. Es troba en orquestres simfòniques, com a solistes en concert, en quintets i quartets de vent i ara el podem trobar en el camp de la música moderna en conjunts de Jazz i fins i tot com a solistes.

#### 5.3.1 Fagot

Llargada: 2,25 m

Material: Fusta d'erable o palissandre.

Octaves: tres i mitja

Nº de forats: 27

Tipus d'embocadura: Doble canya

Parts: Campana, tudell, cos central tenor, cos central baix, secció final, suport de mà (moniato).

Estructura: Es un tub llarg cilíndric on en la secció final hi ha una corba que el fa retornar cap amunt i acabar amb la campana a prop de el tudell que és on comença.

Timbre: So ample, generós amb harmònics i noble. Ideal per fer baixos continus i per mantenir una base harmònica. Té força registre i amb una agilitat complicada pel fet de ser tan gros. Tot i així té força agilitat. Escoltar Pista 6 (CD)



*Img. 3 (Bibliografia)*

La família del Fagot, però, no només consta del fagot, sinó que també conté diferents estructures que se'ls ha denominat amb diferents noms:

#### 5.3.2 Fagotino

Consta de una llargada de 92,5 cm, és el més petit de la família dels fagots.

Com tots els altres fagots, el fagotino està fet amb fusta d'erable o palissandre.

Té un registre de dues octaves, però aquestes octaves se situen més amunt o sigui són més agudes que la resta de fagots.

Utilitza la embocadura de doble canya i té la mateixa estructura que el fagot normal, però amb unes dimensions molt més reduïdes.

Els fagotinos a diferència dels fagots acostumen a estar afinats amb altres tons com Re o Sol (el fagot està afinat en Do). Timbre: Pista 7 (CD)

### 5.3.3 Contrafagot

Consta de una llargada de 5,5 m, és el més gran de la família dels fagot inclús es pot dir que és el més greu de la família de vent fusta.

Com tots els altres fagots, el contrafagot està amb fusta d'erable o palissandre.

Té un registre de tres octaves i mitja igual que el fagot però aquestes octaves se situen més baixes o sigui són més greus que la resta de fagots.

Utilitza la embocadura de doble canya i té la estructura del fagot normal, però amb unes dimensions molt més amples les quals fan que faci una altre volta per dalt i acabi amb la campana de baixada.

Timbre: Pista 8 (CD)

### 5.4 FLABIOL

És un instrument de vent fusta utilitzat principalment en el camp de la música tradicional i més explotat en el món de la sardana. El trobem en les cobles on es important pel que toca i també perquè fa el toc inicial que indica que la sardana comença i també el trobem com a únic music o de vegades acompanyat per un sac de gemecs en els balls tradicionals antics, com el ball de pastorets o el ball de bastoners.

#### Flabiol

Consta d'una llargada aproximada de 24 cm, ja que n'hi ha de més llargs i més curts depenent de l'afinació desitjada. És un dels instruments de vent fusta més petits.

Normalment el podem trobar construït amb quatre fustes diferents: Granadilla, Boix, Ametller o Ginjoler.

Té un registre de dues octaves i consta de 9 forats en el seu cos.

Utilitza una embocadura de bisell i per tant les seves parts són el bisell i el cos.

La seva estructura majoritària-ment és cilíndrica però amb un petit degradat cònic.

Timbre: So fluid, i ràpid. El fet de tocar-lo amb una mà el fa més àgil. Pista 9 (CD)



*Img. 4 (Bibliografia)*

## 5.5 OBOÈ

És un instrument de vent fusta utilitzat principalment en el àmbit de la música Clàssica sobretot en el Barroc.

Empleat sobretot en orquestres, bandes i per a la música de cambra amb trios, quartets i quintets de vent.

És molt conegut sobretot per el solo del “Llac dels signes” de Tchaikovski. També reconegut per ser el instrument que dona el La a l’orquestra per afinar avanç de un concert o assaig.

### 5.5.1 Oboè

Llargada: 63 cm

Material: Fusta de Banús o granadilla negra

Octaves: 3 i mitja

Nº de forats: 23

Tipus d’embocadura: Doble canya

Parts: Part superior, inferior i campana.

Estructura: Cònica

Timbre: So punxegut i brillant, una mica estrident. Té una direcció molt prima focalitzada. Molt àgil i és idoni per fer solos en orquestres. Escoltar Pista 10 (CD)



*Img. 5 (Bibliografia)*

La família del oboè, però, no només consta del popular oboè, sinó que també conté diferents estructures similars a l’oboè que se’ls ha denominat amb diferents noms:

### 5.5.2 Corn Anglès

Consta de una llargada de 89 cm, per tant és més llarg que el oboè i sonarà més greu.

Com tots els tipus de oboès, el corn anglès està fet amb fusta de banús o granadilla negra.

Té un registre de dues octaves i mitja, però aquestes octaves comencen més greu que el oboè.

Utilitza la embocadura de doble canya i té la mateixa estructura que el oboè normal, però en el final on es posa la canya, el tudell, és corbat i per això se'l hi diu corn anglès que vol dir corn en angle i no prové de Anglaterra com la gent pensa sinó que és originari de França.

Té les mateixes parts que l'oboè i la seva estructura també és cònica.

Timbre: Pista 11 (CD)

## 5.6 TENORA

És un instrument de vent fusta utilitzat principalment en el camp de la música tradicional i és explotat en el món de la sardana. El trobem en les cobles on és el instrument més important i el que més solos fa.

Ara és molt reconegut per el seu so característic que dona vida a la sardana.

### **Tenora**

Llargada: 85,5 cm

Material: Fusta de ginjoler

Octaves: Tres

Nº de forats: 20

Tipus d'embocadura: Canya doble

Parts: Tudell, part superior, inferior i campana (metall o alpaca).

Estructura: Cònica

Timbre: So fort i ample i a la vegada una mica estrident. Ideal per tocar en exteriors. L'agilitat és reduïda però si hi ha nivell es poden arribar a fer moltes coses difícils d'agilitat. Escoltar Pista 12 (CD)



*Img. 6 (Bibliografia)*

## 5.7 TIBLE

És un instrument de vent fusta utilitzat principalment en el camp de la música tradicional i és també igual que la tenora explotat en el món de la sardana. El trobem en les cobles on és un dels instruments també importants on també fa de solista. És

molt similar a la gralla i la tenora, però no és tant reconegut com la tenora però també és essencial en una cobla per les sardanes.

**Tible**

Llargada: 55 cm

Material: Ginjoler

Octaves: Dues i mitja.

Nº de forats: 20

Tipus d'embocadura: Doble canya

Parts: Part central, superior i campana

Estructura: Cònica

Timbre: So fort i ample i a la vegada una mica estrident. Ideal per tocar en exteriors. L'agilitat és reduïda però si hi ha nivell es poden arribar a fer moltes coses difícils d'agilitat igual que la tenora. Escoltar Pista 13 (CD)



*Img. 7 (Bibliografia)*

## 5.8 FLAUTA

### 5.8.1. Flauta de bec

És un instrument de vent fusta utilitzat principalment en el camp de la música Barroca que es va perdre amb el temps.

Ara, la flauta de bec va ressorgir, gracies a dos coses: de cara a la recuperació de la interpretació de la música històrica amb els instruments originals pels quals va ser escrita i per a l'ensenyament de música a l'escola. Avui, malgrat que molta gent el veu com a un simple instrument per a nens, el cert és que hi ha molts grans intèrprets professionals que demostren la capacitat de l'instrument recuperant així el prestigi que havia tingut en el seu moment.

La flauta utilitzada i coneguda per a tothom és la Flauta soprano afinada en Do.

#### **5.8.1.1.Flauta Soprano**

Llargada: 32 cm

Material: Fusta com: Granadilla, Boix, Ametller i Ginjoler o plàstic.

Octaves: Dues octaves

Nº de forats: 8

Tipus d'embocadura: Bisell

Parts: Embocadura (Bisell), cos i peu.

Estructura: Cilíndrica

Timbre: So poc ric amb harmònics i molt estable.

Dolç com el seu nom indica, i indicat per música antiga.

Escoltar Pista 14 (CD)



*Img. 8 (Bibliografia)*

La família de les flautes de bec, però, no només consta de la flauta soprano, sinó que també conté diferents estructures de flautes més curtes o més llargues que se'ls ha denominat amb diferents noms:

#### **5.8.1.2.Flauta Sopranino**

Consta de una llargada de 20 cm, és de les més petites a la família de les flautes de bec.

Com totes les altres flautes, la flauta sopranino està feta original-ment amb fusta de Granadilla, Boix, Ametller i Ginjoler o plàstic.

Té un registre de dues octaves, però aquestes octaves se situen més amunt o sigui són més agudes que la resta de flautes.

Utilitza la embocadura de bisell i té la mateixa estructura que la flauta normal, però amb unes dimensions més reduïdes.

Les flautes sopraninos a diferencia de les flautes soprano acostumen a estar afinades amb altres tons com el Fa (flauta soprano està afinada en Do).

Timbre: Pista 15 (CD)

#### **5.8.1.3.Flauta Contralt**

Consta de una llargada de 45 cm, és la següent més gran després de la flauta soprano.

Com totes les altres flautes, la flauta contralt està feta original-ment amb fusta de Granadilla, Boix, Ametller i Ginjoler o plàstic.

Té un registre de dues octaves, però aquestes octaves se situen més aball o sigui són més greus que les dos flautes anteriors.

Utilitza la embocadura de bisell i té la mateixa estructura que la flauta normal, però amb unes dimensions més grans.

Les flautes contralts a diferencia de les flautes soprano acostumen a estar afinades amb altres tons com el Fa igual que les sopranino (flauta soprano està afinada en Do).

Timbre: Pista 16 (CD)

#### **5.8.1.4 Flauta Tenor**

Consta de una llargada de 55 cm, és la següent més gran després de la flauta contralt.

Com totes les altres flautes, la flauta tenor està feta original-ment amb fusta de Granadilla, Boix, Ametller i Ginjoler o plàstic.

Té un registre de dues octaves, però aquestes octaves se situen encara més avall o sigui són més greus que la flauta anterior.

Utilitza la embocadura de bisell i té la mateixa estructura que la flauta normal, però amb unes dimensions més grans.

Les flautes tenors igual que les flautes soprano acostumen a estar afinades amb Do.

Timbre: Pista 17 (CD)

#### **5.8.1.5 Flauta Baix**

Consta de una llargada de 80 cm, és la següent més gran després de la flauta tenor.

Com totes les altres flautes, la flauta tenor està feta original-ment amb fusta de Granadilla, Boix, Ametller i Ginjoler o plàstic.

Té un registre de dues octaves, però aquestes octaves se situen encara més avall o sigui són més greus que la flauta anterior.

Utilitza la embocadura de bisell i té una estructura una mica diferent que la de la flauta normal, el cos és pràcticament igual però amb unes dimensions molt més grans i acaba amb un tudell on es bufa i transporta el aire al bisell.

Les flautes baixes a diferencia de les flautes soprano acostumen a estar afinades amb altres tons com el Fa igual que les sopranino i les contralt (flauta soprano està afinada en Do).



Timbre: Pista 18 (CD)

### 5.8.2 Flauta travessera

És un instrument de vent fusta utilitzat principalment en el àmbit de la música Clàssica. Es diu que és de fusta ja que originària-ment estava feta de fusta però amb la evolució l'han modificat i ara està feta de metall (plata alemanya), també es diu que és de fusta ja que la seva embocadura és de bisell.

Empleat sobretot en orquestres, bandes i per a la música de cambra amb trios, quartets i quintets de vent.

Té un so molt dolç i és un instrument força comú, que el toca bastanta gent.

Encara es conserven en diferents conjunts orquestrals flautes barroques, renaixentistes i medievals per realitzar amb una sonoritat diferent el conjunt de peces desitjades.

#### 5.8.2.1 Flauta Travessera

Llargada: 67 cm

Material: Plata alemanya

Octaves: Tres i mitja

Nº de forats: 12

Tipus d'embocadura: Bisell

Parts: Embocadura, cos i peu

Estructura: Cilíndrica

Timbre: So ample capaç de embolcallar els altres sons. També és dolç com la flauta dolça, però és més ric en harmònics. Escotar Pista 19 (CD)



*Img. 9 (Bibliografia)*

La família de la flauta travessera, però, no només consta la coneguda flauta, sinó que també conté diferents estructures similars a la flauta que se'ls ha denominat amb diferents noms, com: Flautí o flauta piccolo, Flauta sopranino, Flauta soprano, Flauta tenor o flauta d' amor, Flauta alto, Flauta baix, Flauta contralt, Flauta contrabaix, Flauta subcontrabaix, Flauta doblecontrabaix, Flauta doblecontrabaixista.

#### 5.8.2.2 Flautí

Consta de una llargada de 30 cm, és la més petita a la família de les flautes travesseres.

Com totes les altres flautes, el flautí també està fet de metall (plata alemanya).

Té un registre de tres octaves, però aquestes octaves se situen més amunt o sigui són més agudes que la resta de flautes.

Utilitza la embocadura de bisell i té la mateixa estructura que la flauta normal, però amb unes dimensions molt més reduïdes.

Els flautins a diferència de les flautes travesseres acostumaven a estar afinades amb altres tons com el Re bemoll (flauta travessera està afinada en Do), però ara amb la integració a l'orquestra dels flautins estan afinats també amb Do. Timbre: Pista 20 (CD)

## 5.9 SAXO

El saxo està considerat instrument de vent fusta, ja que es fa sonar gràcies a una llengüeta de canya com en el clarinet. Tot i això el saxofon, té tot el cos fet amb metall.

És un dels instruments de vent que s'utilitzen més com a solistes, sobretot en estils com el Jazz, el Blues, etc...

### 5.9.1 Saxo Alt

Llargada: 63 cm

Material: Llautó

Octaves: 2 i mitja

Nº de forats: 27

Tipus d'embocadura: Canya simple

Parts: Boquilla, tudell, cos central i campana

Estructura: Cònica en forma de "S"

Timbre: So molt personal. Es pot tocar amb agressivitat produint un so agressiu, o de manera molt relaxada. Escoltar Pista 21 (CD)



Img. 10(Bibliografia)

### 5.9.2 Saxo Soprano

Consta de una llargada de 56 cm, és el més petit, després del sopranino en mi b, en la família dels saxos.

Com tots els altres saxos, el saxo soprano també està fet de metall (llautó).

Té un registre de tres octaves, però aquestes octaves se situen més amunt o sigui són més agudes que la resta de saxos.

Utilitza la embocadura de canya simple i pot tenir o bé la mateixa estructura que la del saxo normal, però amb unes dimensions molt més reduïdes, o bé similar a la de un clarinet però cònic.

Els saxos sopranos a diferència de els saxos alts acostumaven a estar afinades amb altres tons com el Si bemoll (saxo alt està afinat en Mi b)


Timbre: Pista 22 (CD)

### 5.9.3 Saxo Baríton

Consta de una llargada de 112 cm, és més gran i és el que va seguidament després del tenor que és el que segueix al alto (tenor=alto, però amb Si b).

Com tots els altres saxos, el saxo baríton també està fet de metall (llautó).

Té un registre de tres octaves, però aquestes octaves se situen més greu o sigui són més greus que la resta de saxos.

Utilitza la embocadura de canya simple i té la mateixa estructura que la del saxo normal, però amb unes dimensions molt més grans, i l'única petita diferència és que té més de una corba en l'estructura, o sigui, en comptes de fer només una "S" en el extrem inicial el tub dona una volta sobre si mateix abans de començar a baixar el tub fins a la campana. Més o menys seria una cosa així: 

Els saxos sopranos a diferència de els saxos alts acostumaven a estar afinades amb altres tons com el Si bemoll (saxo alt està afinat en Mi b)

Timbre: Pista 23 (CD)

## 6. EMBOCADURES

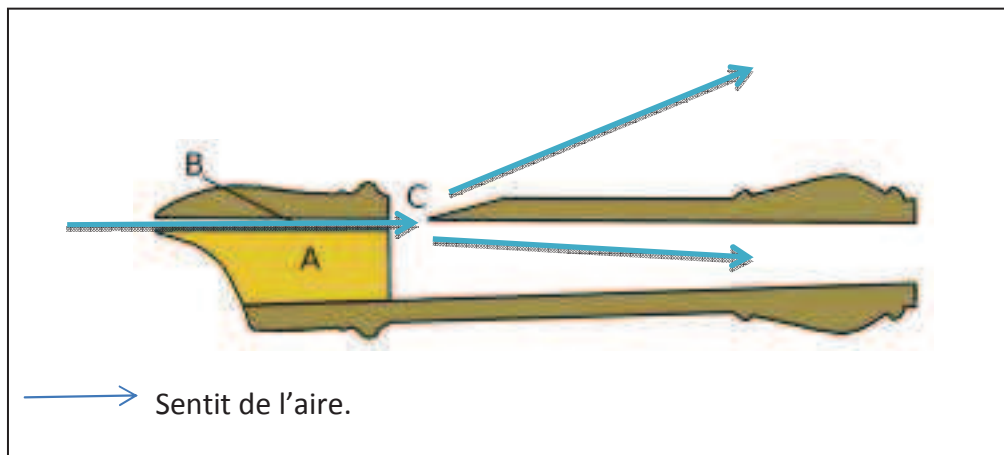
Per tal de triar com havia de ser l'embocadura del nou instrument vaig cercar informació sobre aquestes.

### 6.1 BISELL

El bisell, és una embocadura, que es troba en una punta del instrument, en el inici. La seva funció és tallar el aire que hi proporciona l'instrumentista. D'aquesta manera, l'aire entra en vibració. Una part de l'aire queda desviat cap a l'exterior del tub i una altra, entra al tub i produeix el so resultant.

La forma i la posició del bisell respecte a la quantitat d'aire determina el timbre de l'instrument en la mesura en què neutralitza o no determinats harmònics.

En general, tots els instruments de vent que disposen de bisell es consideren flautes. Totes les flautes tenen una embocadura de bisell. Així i tot, segons la posició i factura del bisell respecte a l'instrument, i a la configuració general d'aquest es determinen tres grans grups d'instruments de bisell: flautes de bec, flautes de pan i flautes travesseres.



*Fig. 17 Distribució de l'aire en un bisell*

## 6.2 CANYA SIMPLE

La canya simple, és una embocadura que es troba situada en l'extrem del instrument. La seva funció es fer vibrar l'aire que llencem. Aquesta embocadura consta d'una pala de canya, que se situa enganxada a la boquilla amb un petit espai a la punta per on pugui passar el aire. Aquest aire rebota entre la llengüeta i la boquilla de fusta, de plàstic o inclús de vidre, depenent del instrument, i així produeix la vibració que produirà el so.

La forma de la canya és bastant estàndard i els instrumentistes que toquen amb ella no acostumen a fabricar-se les seves pròpies canyes, ja que son de un cost força baix, amb comparació a la resta de embocadures, i així poden buscar la millor per a cadascú amb el simple fet de provar-les.

Són pocs els instruments que toquen amb aquesta embocadura, però son tocats per molts instrumentistes. Principalment es coneixen com a instruments de canya simple el saxo i el clarinet, però en els instruments tradicionals, també es troba en els bordons de molts tipus de cornamuses, entre ells el sac de gemecs, així com al reclam de xeremies eivissenc, als orgues de boca i al launeddas sard.

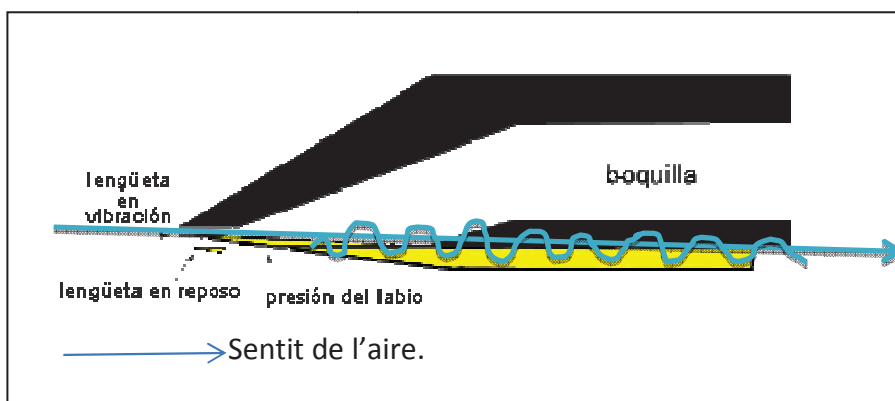


Fig.18. Distribució de l'aire en una canya simple

## 6.3 CANYA DOBLE

La canya doble, és una embocadura que com les altres també es troba situada a un extrem del instrument. La seva funció igual que la canya simple és fer vibrar el aire que llencem. Aquesta embocadura, en canvi, consta de dues pales de canya ajuntades entre si, amb un espai interior, que al entrar-hi el aire vibren, i així produeixen el so, provocant que el aire vibri.

La forma de la canya és molt important, cada instrument de doble canya te la seva canya específica amb mides i forma. La majoria dels instrumentistes més avançats que toquen instruments de canya doble, saben fer-se les seves pròpies canyes o com a mínim saben retocar les canyes comprades industrialment, no només pel fet de que son cares, si no que cada canya pot servir per diferents peces o obres instrumentals, ja que una canya dura, t'anirà millor per una obra que té molts aguts i una canya tova t'anirà millor per una que hi hagin més greus.

Hi ha molts instrument de canya doble, però no son tant explotats en personal com els de canya simple com el clarinet i el saxo, sinó que són instruments com el fagot, l'oboè (un dels més tocats professionalment de canya doble), la gralla ( molt tocada però no poc tocada professionalment), etc..



*Fig.19. Distribució de l'aire en una canya doble*

## 7.TUDELL

El tudell és utilitzat únicament per els instruments que tenen una doble canya.

El tudell té com a funció principal unir el cos del instrument amb la canya. Però també te la funció de poder afinar l'instrument, ja que és una part del instrument que influeix molt en l'afinació i que normalment te força mobilitat.

Hi ha diferents tipus de tudells amb diferents formes. Com per exemple el tudell de fagot que és llarg i corbat de manera que el intèrpret li sigui més còmode tocar, per tant també té una funció de ajuda tècnica, en canvi el de gralla o oboè, és un tudell recte i no gaire llarg.

En el tudell, també, és on s'hi comença a produir el so que emet per vibracions la canya.

Tot i això el tudell fa més una funció estètica.

## **8. FUSTES UTILITZADES PER A LA CONSTRUCCIÓ D'INSTRUMENTS**

Quina hauria de ser la millor fusta per tal de construir l'instrument que jo volia?

Després de formular-me aquesta pregunta vaig buscar quines eren les principals fustes utilitzades pels instruments de vent-fusta per poder triar la que més m'agradi i sigui més econòmica. Les fustes són:

Banús, granadillo, erable, palissandre, ginjoler, boix, bubinga.

Seguidament faré una breu explicació de cada tipus de fusta i després una taula en la que s'observarà quina és la millor fusta aconsellada per a cada instrument.

### **8.1 BANÚS**

Les característiques principals del banús són la seva gran densitat i el seu color negre. Aquests arbres o arbustos (depèn de la regió), es troben a les regions tropicals i són coneguts des de temps molt antics i apreciats pel color negre de la seva fusta. El banús és un arbre que pot arribar a créixer entre 10 i 12 m d'alçada.

Els troncs poden arribar a fer un diàmetre de 6 dm, i només un tronc pot arribar a pesar entre 800 - 1000 kg. La seva valuosa fusta també s'utilitza per a la fabricació de mobles d'alta qualitat.

### **8.2 GRANADILLO**

Les principals característiques del granadillo es la seva duresa i la bona qualitat sonora. Té un so fort, brillant, voluminós i molt ric en harmònics. Aquestes característiques fan que sigui molt apte per a fer tot tipus d'instruments musicals de fusta.

Aquest arbre es porta des d'Amèrica central. Actualment hi ha una certa mancança d'aquest material debut a la sobreexplotació que hi ha hagut d'aquest arbre. Amés, últimament els xinesos també s'han interessat molt per aquest fusta i això ha fet augmentar molt la seva demanda. Tot això fa que hi hagi hagut un fort encariment de preu d'aquesta fusta al mercat.

El seu color negre profund fa que el resultat final sigui un instrument molt elegant.

### **8.3 ERABLE**

Arbre que pot arribar fins a 30 metres d'alçada Tronc recte. Copa arrodonida i poc ramificada. Amb una escorça llisa i de color bru grisos, que s'esquerda verticalment en forma de retícula amb l'edat.

Es troba boscos de ribera frescos i moderadament humits o en boscos mixtes. S'estén per una àrea que comprèn des dels Pirineus fins els Urals. El podem trobar en molts parcs i jardins.

Té una vida aproximada de 100 anys i la seva fusta és semblant a la del fals plàtan.

### **8.4 PALISSANDRE**

El palissandre és un gran gènere d'arbres de mida mitjana a petita, arbusts o lianes. Aquest gènere té una àmplia distribució i és natiu de les regions tropicals d'Amèrica central, Amèrica del Sud, Àfrica, Madagascar i sud d'Àsia. Té entre 100 i 600 espècies.

Moltes espècies de palissandre són arbres importants per la seva fusta que de vegades és decorativa i fragant.

### **8.5 GINJOLER**

Aquesta fusta produeix un so potent, brillant i ric en harmònics.

S'utilitzava dins els olivars per a protegir-los de la mosca de l'oliva. Es solia posar un ginjoler entre un grup d'oliveres, sembla que aquest insecte preferia els gínjols a l'oliva, o bé, n'era un repel·lent.

Pot arribar a fer uns 10 m d'altura, amb tronc dret amb grops i escorça molt clivellada. La fusta del ginjoler s'utilitza per fer instruments musicals. El gínjol ha donat lloc a les següents expressions en català: "Més content que un gínjol".

### **8.6 BUBINGA**

La fusta de bubinga prové d'Àfrica. Actualment és molt abundant dins el mercat de la fusta. És poc pesada, i d'un comportament sonor molt acceptable.



Molt fibrosa, porosa i de acabat un tant dificultós. Ara bé, el seu poc pes, el seu preu actual i tenint en compte que és molt vistosa fa que sigui un element cada dia més utilitzat.

## 8.7 BOIX

Aquest arbust, de fusta blanquinosa, és una fusta molt apreciada a Astúries i a Galícia.

N'hi han unes 70 espècies esteses per les regions tropicals i subtropicals de tot el món. Als Països Catalans s'hi fan només el boix comú i el boix baleàric que són les úniques espècies del gènere que aguanten les glaçades. Es troben a la muntanya submediterrània, prefereix els terrenys calcaris, entre 100 i 1.600 d'altitud.

Són plantes que es fan servir en jardineria i per a bonsai. Algunes espècies tenen usos medicinals.

Val a dir que finalment em vaig decidir per a aquesta fusta ja que se'n fa aquí a la nostre terra, i apart de ser maca físicament, és la fusta més utilitzada en el camp dels instruments cilíndrics com la flauta de bec (dolça) i el flabiol. Per tant si volia fer un instrument cilíndric que millor que utilitzar la fusta empleada en els instruments cilíndrics.

Banús	Granadillo	Erable	Palissandre	Ginjoler	Boix	Bubinga	
✕							CLARINET
	✕					✕	DOLÇAINA/GRALLA
		✕	✕				FAGOT/CONTRAFAGOT
				✕	✕		FLABIOL
✕	✕						OBOÈ
				✕			TENORA
				✕			TIBLE
	✕				✕		FLAUTA DE BEC

Taula 1. Millors fustes per a cada tipus d'instrument

## **9. REALITZACIÓ**

### **9.1 CROQUIS INICIALS**

Primerament vaig fer un parell de croquis per tal de preguntar a persones enteses en el tema, quin seria el més pràctic i econòmic de fer. El resultat, que en un principi ja era previsible, és que el croquis nº1 va ser el escollit, ja que és més econòmic pel fet de no utilitzar tant metall i tanta fusta com en el croquis nº2. Tot i això em van recomanar de que fos un instrument vertical envers a horitzontal així que vaig fer una petita modificació. I d'aquí surt el croquis nº 3.

#### **9.1.1 Croquis nº1**

Representa un cos cilíndric igual que el d'una flauta travessera l'únic que aquest consta amb la incorporació de un tudell i una canya doble envers a una embocadura de bisell com seria la de la flauta travessera (veure en el annex).

#### **9.1.2 Croquis nº2**

És pràcticament igual que una trompeta l'únic que els tubs horitzontals són de fusta i els corbats estarien fets de metall ja que la fusta no es pot torçar tant. També té la diferència que en l'embocadura hi ha una canya doble en comptes de una boquilla de trompeta (veure en el annex).

#### **9.1.3 Croquis nº3**

Igual que el croquis nº1 però posicionat de manera vertical, amb el tudell a un extrem del instrument (veure en el annex).

### **9.2. PARTS PREVISTES A PARTIR DEL CROQUIS INICIAL DEL NOU INSTRUMENT**

#### **9.2.1 La canya doble**

On es produeixen les vibracions del aire per tal de realitzar un so.

Aquesta canya es idèntica a la del fagot però menys rebaixada per tal de que sigui més dura i les vibracions siguin més fortes.

### 9.2.2 El tudell

Peça reutilitzada del fagot, és una peça molt important perquè uneix la canya amb el cos central de l'instrument.

Aquest tudell té un diàmetre cònic com la majoria de tudells.

Una de les seves funcions també, apart de ajuntar la canya amb el cos central, és la de poder afinar el instrument.

### 9.2.3 Cos

El cos del instrument és de fusta, consta de 7 forats sense contar el forat inferior per on surt el so.

## 9.3 CONSTRUCCIÓ DE LA CANYA DOBLE

### 9.3.1 Materials per a la construcció

El kit mínim per construir una canya doble es basa en els següents estris:

1. Pales de canya
2. Mandril (suport per fer gran el cul de la canya)
3. Navalla
4. Fil ferro
5. Fil de llana
6. Super-Glue
7. Alicates
8. Paper de Vidre (opcional)
9. Llengüeta per rascar



*Img. 11. Kit mínim per a la construcció d'una canya*

### 9.3.2 Passos per a la construcció

1r- S'agafen les pales de canya en aquest cas, comprades amb una forma ja determinada, tot i que hi ha gent que ven la canya sencera perquè tu et tallis les

pales a la teva mida. En el meu cas ja les compro tallades. Aquestes es dobleguen per la meitat de manera simètrica.



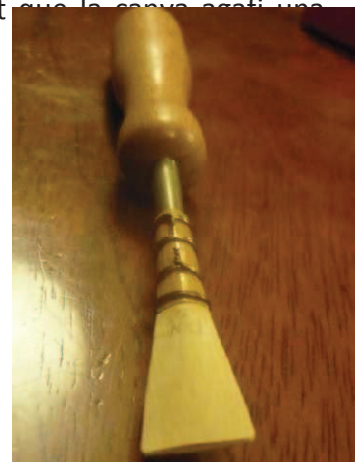
*Img. 12. Doblegament de la pala.*

2n- Seguidament es fan uns talls verticals a la part més doble de la canya.



*Img. 13. Talls verticals a la pala.*

3r- S'envolta la part gruixuda amb un fil ferro provocant que la canya agafi una forma més arrodonida.



*Img. 14. Col·locació de la canya al mandril.*

4rt- S'introdueix el mandril per mantenir la forma arrodonida.

5é- Es pressiona el fil ferro amb les alicates i se'n hi afegeixen tres més per tal de mantenir la forma cilíndrica de la canya.



*Img. 15. Fixació dels fils ferros amb super-glue*

6é- Un cop tenim la forma de la canya se l'hi afegeix una mica de super-glue als fils ferros per mantenir l'estructura ja fixe.

7é- Un cop tenim el super-glue una mica sec, enrotllem la part on hi ha els fils ferros de manera decorativa amb el fil de cotó.



*Img. 16. Enrotllament de la canya amb el fil.*

8é- En acabar de posar el fil al nostre gust, l'hi posem una mica de super-glue o millor cola blanca perquè quedi fixe.



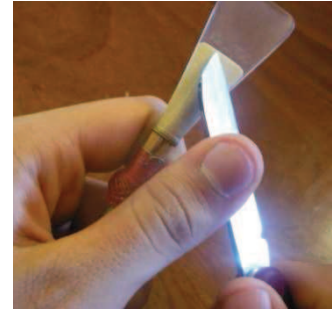
*Img. 17. Fixació del fil amb super-glue.*

9é- Un cop sec (si es fa amb cola blanca és recomanable esperar un dia aproximadament), tallem la punteta de la canya, que encara estava tancada de manera que quedi oberta pels dos cantons, amb la navalla. El tall ha de ser el més petit i precís possible.



*Img. 18. Tall de la punta de la canya.*

10é- Seguidament s'ha de rebaixar el gruix en els laterals de la canya amb la navalla perquè pugui vibrar correctament.



*Img. 19. Rebaixament dels laterals de la canya*

11é- Ara s'ha de fer sonar la canya. Si no sona gens, és que algun pas l'hem fet malament, com ara tallar la punta (s'ha tallat massa), posar els fils ferros ( no encaixen les dues parts de la canya), etc...

12é- Un cop ha sonat, la canya s'ha de fer al gust del intèrpret.

Com és pot modificar una canya perquè sigui al teu gust? :

1. Continuar rebaixant les puntes dels laterals per tal de que sigui més dura o més tova la canya.
2. Amb el paper de vidre rascar per dins de la canya a la punta per així mantenir més el control de l'afinació i perquè sigui més tova.
3. Amb l'ajuda de les alicates, es pressiona per els costats del centre de la canya, per aconseguir que s'obri, de manera que necessitaràs més aire o menys aire per fer-la sonar.



*Img. 20. Utilització del paper de vidre.*



*Img. 21. Pressió amb les alicates per obrir la canya.*

I finalment ja tenim la canya feta per nosaltres i al nostre gust.

#### 9.4. CONSTRUCCIÓ D'UNA PEÇA PER UNIR EL TUDELL I EL COS

Al contenir un cos similar al d'una flauta travessera vam pensar que podíem fer, per començar, només la peça superior, la que uneix el tudell al cos i col·locar-la en una flauta travessera normal per provar si funcionava. En un principi la peça havia de ser com la del plànol nº1 (veure annex),



*Img. 22. Peça del plànol nº 1*

però les mides que hem van donar van resultar ser errònies i per tant vam modificar la peça de manera que es pogués encaixar.



*Img. 23 i 24. Habilitació de la peça anterior per la flauta.*

El resultat obtingut amb la flauta no va ser el desitjat, ja que no sonaven les diferents notes esperades. Primerament ho vam provar amb una canya tova (canya que vibra amb molt poc aire i molta facilitat) però el resultat no va ser el bo perquè no sonava cap nota, així que vam agafar una canya dura (canya que costa més fer vibrar i s'hi ha de tirar més aire) i tot i que no fos el que esperàvem el resultat va ser millor que el anterior.



## 9.5 PROVES AMB TUBS DE PVC

A conseqüència dels mals resultats, vam decidir, junt amb el Ton Munné, que la millor manera per recercar els forats necessaris, les mides d'aquestes, les distàncies entre ells, etc.. consistiria en comprar tubs d'instal·lació elèctrica rígids ( de PVC) i anar fent forats i provant segons el mètode de l'assaig error. D'aquesta manera tindríem un prototip a partir del qual podríem construir, amb la fusta escollida, l'instrument.

Vaig anar a comprar un tub de 3 metres (els més curts que tenien) per començar a recercar. Primerament havia de buscar, com havia de tallar el tub de manera que en bufar sonés una nota natural com un DO o un Sol i no un Do # o un Si <sup>b</sup>. Vaig començar tallant el tub a 3 metres.



*Img.25. Tall del tub de 3 metres.*

Els talls realitzats i els seus resultats van ser els següents:

Llargada del tub	Nota
3 m	Si
1,5 m	Si
1 m	Do#

90 cm	Si b
85 cm	Si
80 cm	Si>Do
79 cm	Si<Do
78,5 cm	Do
40 cm (tub diferent)*	Do#
38 cm (tub diferent)*	Si-Do
35 cm (tub diferent)*	Re

*Taula 2. Relació entre notes i distància del forat*

\*(tub diferent)= Aquest tub, son les restes del primer tall que passa de 1,5m a 1m, els 0,5m restants son el tub.

Seguidament, vaig agafar el tub tallat fins a 78,5 cm, ja que el do resultant era el més exacte i més bonic de tots els retalls que havia fet anteriorment.

Vaig començar a fer forats al tub per veure si aconseguia fer diferent notes i tenir una escala sencera de Do a Do.



*Img.26. Tub de 78,5 cm foradat.*

Els resultats van ser aquests:



Forat	Llargada (distància del forat respecte la llargada del tub)	Nota	Diàmetre del forat
1	10 cm	Do # ↓	6 mm
2	20 cm	Do #	6 mm
3	30 cm	Do #	6 mm
4	60 cm	Do	6 mm
1	10 cm	Do # ↑	10 mm
5	15 cm	Do # ↑	6 mm
5	15 cm	Do # ↑	10 mm
2	20 cm	Do #	10 mm
3	30 cm	Re	10 mm
6	35 cm	Re # ↓	6 mm
6	35 cm	Do # ↓	10 mm
7	40 cm	Cap nota	6 mm
8	50 cm	Re	6 mm
9	33 cm	Re ↑	6 mm
9	33 cm	Re ↑ ↑	10 mm
9	33 cm	Re ↑ ↑	13 mm

Taula 3. Relació entre notes, distància del forat i diàmetre.

Seguidament, vaig agafar el tub de 1,5 metres restant que hem va sobrar de fer el primer tall del tub de tres metres i vaig fer forats cada dos centímetres ja que els resultats que hem donaven tot eren tots casi igual, eren Do, Do#, Re, Re# i poca cosa més.

Però tot i fer aquest munt de forats, no vaig obtenir cap resultat diferent en tot moment tenia els mateixos resultats i la afinació era molt similar amb tots. No aconseguia pujar del re.

El Ton m'aconsellava que ho tornés a intentar amb un tub més curt.

No sabia si aquesta era una bona tècnica de recerca ja que no tenia cap referent. Em van sorgir molts dubtes, ja que diferents entesos em deien que no podia treballar amb un tub per fer el prototip, ja que la majoria d'instruments de vent són cònics.

Parlant-ne amb un altre luthier, l'Àngel Laguna, em va comentar que ho podia provar amb un altre material de manera que potser, em seria més fàcil. Consistia en donar més gruix al tub utilitzant dos tubs de PVC encaixats a la perfecció l'un dins l'altre. Prèviament em va aconsellar consultar algun llibre d'organologia, però que no el veig trobar.

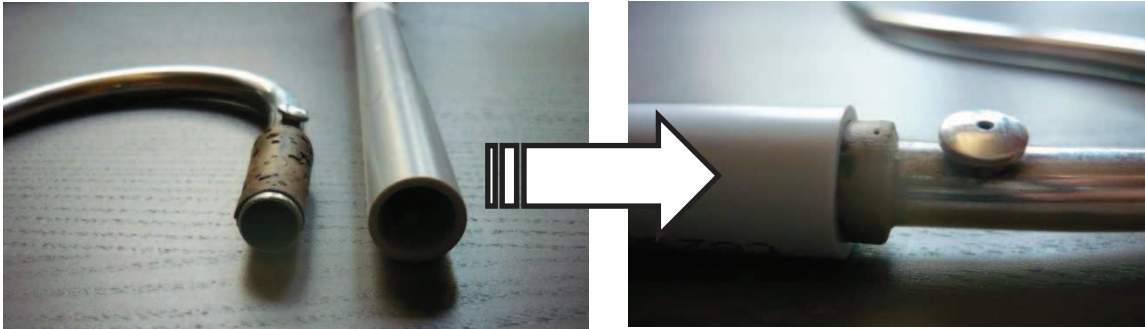
## **9.6. DESESTIMACIÓ DEL PRIMER PROJECTE**

En veure que l'àngel tenia molt clar com poder-me ajudar li vaig ensenyar tot el treball que havia fet jo amb la peça del Ton i el tub perforat meu. Seguidament i ràpidament l'Àngel m'ha dit que el problema de no aconseguir totes les notes, etc.. era per culpa de la mida del tub en comparació amb la del tudell. El tudell era de un diàmetre massa petit en comparació al tub utilitzat per buscar els forats, de manera que el canvi de el diàmetre tant petit del tudell cap al del tub era tant gran que no podien passar uniformement les ones i per tant sempre sonava el mateix.

## **9.7.CONSTRUCCIÓ D'UN SEGON PROTOTIP**

Hem agafat un tub més petit, igualment de PVC però de un diàmetre molt més petit, aproximadament de la mida del tudell i l'hem provat. L'Àngel tenia molt clar que aquest era el problema de que no funcionés.

Així que ho hem provat:



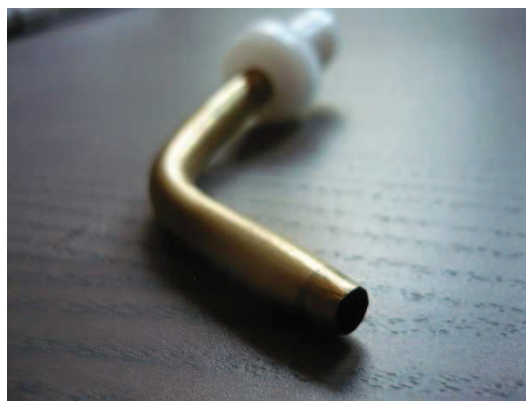
*Img.27 i 28. Encaix del nou tub amb el tudell.*

El resultat ha estat més satisfactori. Al tallar el tub hem aconseguit un FA. Hem fet un parell de forats però no era el suficientment llarg, el tub, per poder fer totes les notes ja que cada forat que fèiem, anava de mig to en mig to i estaven molt separats entre ells. A conseqüència d'això, hem provat de donar més gruix al tub ajuntant-lo amb el altre per així poder aconseguir una variació d'afinació més gran en menys distància entre els forats, però ha sigut inútil.



*Img.29. Doble paret.*

Tot rumiant hem considerat que podia ser un problema de tudell (que era massa llarg, i a causa d'això, la vibració es produïa molt abans de que entres en el tub i llavors ja no arribaven tots els possibles harmònics al final del tub) llavors hem provat de fer-ne un de nou amb una mica de llautó, i l'hi hem donat forma.



*Img.30. Nou tudell.*

Hem provat si sonava i sí! Ha sonat.

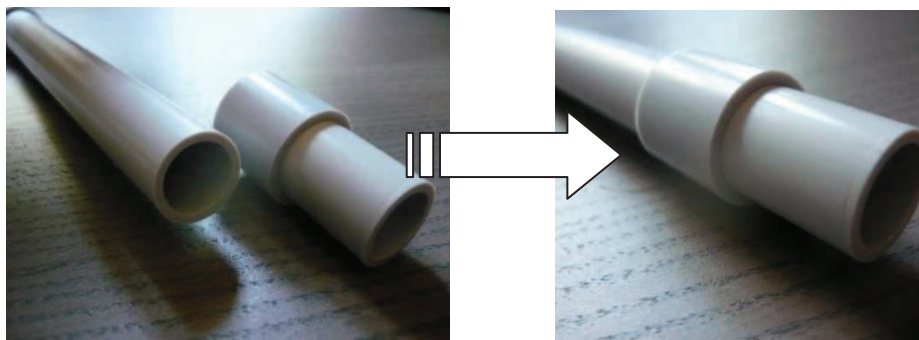
Seguidament hem fet una peça per poder ajuntar el nou tudell amb el tub, aquesta peça s'ha fet amb nylon, de manera que substituirà a la peça de fusta feta en el primer projecte.



*Img.31. Encaix de nylon.*

Un cop feta la peça hem tallat un nou tub. Hem provat si sonava i el resultat ha sigut força satisfactori.

Al principi el tub només feia un sol# i l'hi hem fet un petit “empalme” per allargar el tub i aconseguir un sol natural.



*Img.32 i 33. Empalme del tub.*

Un cop obtingut el sol hem anat fent forats (engrandint-los o no segons l'afinació) progressivament i ha funcionat. Ja tenim una escala de sol a sol, i el primer prototip acabat.

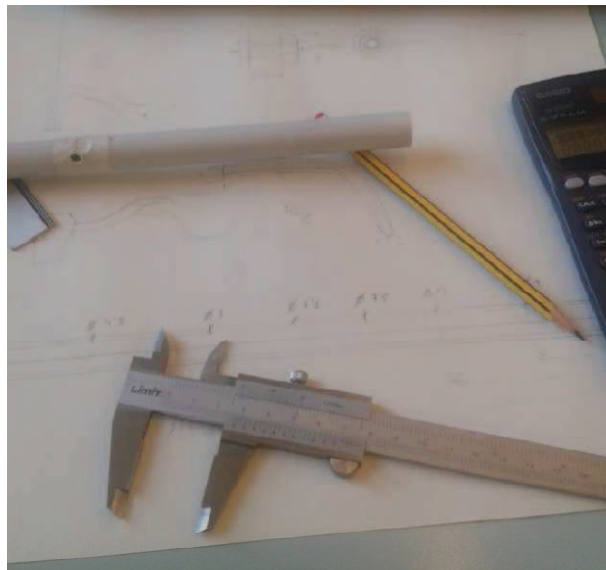


*Img.34. Prototip acabat.*

Fent proves de so amb el prototip hem pogut escoltar que el seu timbre és força semblant al d'una gralla però més greu. De fet, tenim clar que el timbre canviarà una mica al construir-lo amb fusta però de moment sembla que el nou instrument seria perfecta per fer una segona veu en un grup de gralles, o bé en un grup de música tradicional catalana, o potser inclús en algun grup de música antiga.

### 9.8. CROQUIS I PLÀNOLS A PARTIR DEL SEGON PROTOTIP

Tot seguit, hem fet un croquis, croquis 4 (veure annex) i els plànols, plànol 2 (veure annex), del prototip construït, a mà, amb l'ajuda d'un peu de rei (per mesurar totes les distàncies i els diàmetres), un regle (per fer les línies rectes i permetre que sigui més rigorós) i una calculadora (per confirmar que la suma de les mides dóna la mida total i per altres càlculs com saber distàncies, les quals el peu de rei no és prou llarg per mesurar i així poder fer proporcions).

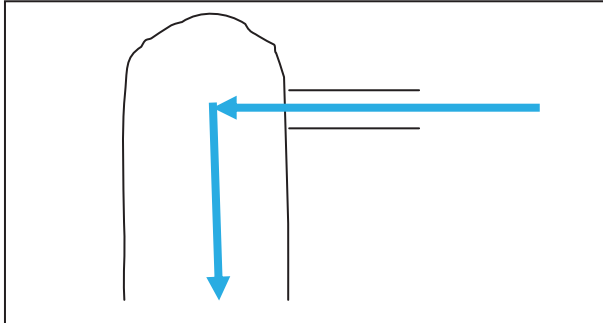


*Img.35. Realització del plànol.*

### 9.9 CREACIÓ D'UN NOU TUDELL PEL SEGON PROTOTIP

Un cop acabats els plànols del prototip, se'ns ha acudit la idea de variar la embocadura. En comptes de fer-la com el prototip, consistent, com ja hem vist en un simple tub de llautó subjectat amb una peça de nylon, fer-la d'una manera més

original i atractiva i que donarà un timbre diferent ja que en el primer moment d'injectar l'aire aquest ja crearà turbulències (a part de les que li creem prèviament amb la canya).



*Fig. 19 Distribució de l'aire en la nova embocadura*

Vam decidir de començar a treballar el boix per fer aquesta embocadura, ja que amb plàstic resulta ser molt difícil poder fer-la, ja que s'ha de tapar el tub obert i fer el forat molt arran del extrem del tub perquè l'aire entri més directament.

Primer de tot, vam tallar el tros de boix prèviament pelat amb una mida aproximadament de 20 cm.



*Img. 36. Tallament del boix per l'embocadura.*

Seguidament, hem començat a desbastar la peça de boix, que principalment era de 30 mm de diàmetre, fins a 18 mm de diàmetre.

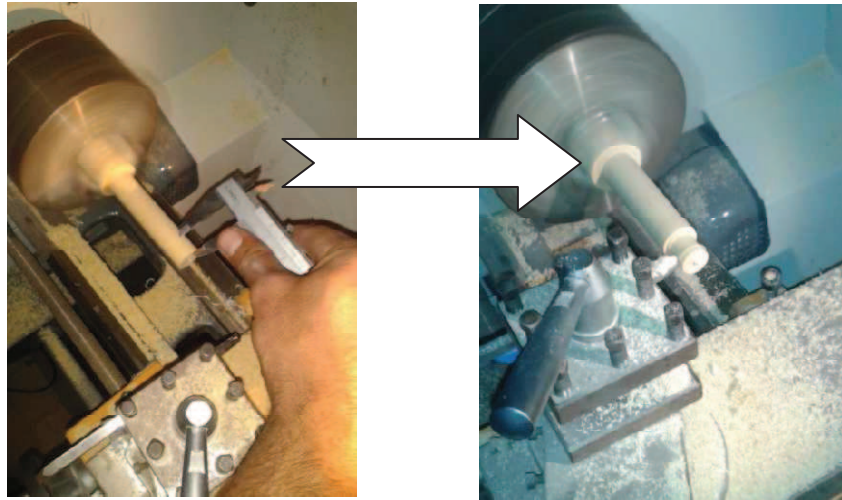


*Img.37. Rebaixament del boix.*



Primerament el volíem fer de 14 mm de diàmetre però era arriscar-se molt que es trenqués la fusta així que vam decidir fer-lo de 19 mm.

Tot seguit vam procedir a rebaixar tota la part del encaix i fer una rasa per posar-hi un trosset de suro o una mica de fil.



*Img.38 i 39. Rasa.*

A continuació amb una broca de 10 mm hem perforat la peça fins a 6,5 cm.

Ha sigut molt delicat ja que teníem por de que al dilatar-se per l'escalfor es trenqués o passés alguna cosa. També hem patit per les freqüències súper agudes que emetia el fregament entre la broca i la fusta quan hem agut de fer el forat amb la fusta.



*Img. 40. Perforació.*

I per acabar el cos central de la primera peça del instrument (l'embocadura), l'hi em fet un bon acabat amb forma de barret l'altre banda per donar una mica més de decoració, guarnició i originalitat.



*Img.41. Barret de l'embocadura.*

En acabar el cos hem procedit a fer el petit tudell que surt de l'embocadura.

Primerament hem tallat un tros de llautó a 5,5 cm. Un cop obtingut el llautó necessari, hem polit el llautó i l'hi hem rebaixat la punta del llautó de manera cònica per poder-hi posar la canya. Aquest ha sigut un dels passos mes delicats ja que la paret que li deixàvem era molt petita i teníem el risc que se'ns trenques, i així va ser, quan teníem la paret ja molt rebaixada (del llautó), se'ns ha trencat, i hem agut de tornar a rebaixar-la però ara el resultat seria una un tudell de llargada de llautó d'uns 3,5/4 cm.



*Img. 42. Rebaixament del llautó.*

Un cop obtingut el tudell, hem fet un forat al cos central de 7 mm per poder-hi encaixar el tudell, que transmetrà les vibracions de la canya cap a dins del cos del instrument produint un so.





*Img. 43. Forat per posar la peça de llautó.*

Un cop aconseguit el tudell per a l'embocadura i el forat al cos central per posar-hi el tudell, només feia falta encaixar-los, però abans, per precaució, hem remullat la peça de fusta amb un oli d'ametller que ajuda a que la fusta no s'esquerdi.



*Img. 44. Untant la peça amb l'oli d'ametller.*

I per finalitzar la primera peça encaixem el tudell amb el cos a la perfecció ja que el forat era exacte i el tudell al fer-li una mica de forma cònica, ha permès un encaix perfecte a pressió.

I així ja tenim la primera peça acabada:



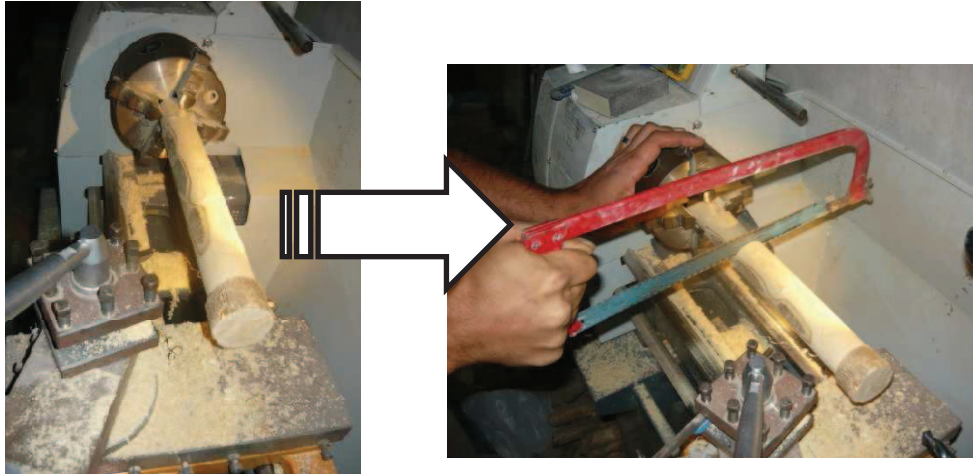
*Img. 45. Embocadura acabada.*

## 9.10 CREACIÓ DEL COS I CAMPANA DE L'INSTRUMENT

Tot seguit hem procedit a construir la següent peça.

Hem partit de el tros de boix que ens va sobrar per fer la primera peça.

Primer de tot l'hem tallat a la mateixa mida que la broca ja que sinó, no podríem foradar la peça. Aquesta mida ha sigut de 11 cm.



*Img. 46 i 47. Tallament del boix per la peça del cos superior.*

I a continuació, amb el torn, hem procedit a rebaixar tot el tros de boix a un diàmetre de 22 mm, per un costat.



*Img. 48. Rebaixament de l'extrem a 22mm.*

I en el altre costat l'hem rebaixat a 19 mm.



*Img.49. Rebaixament de l'extrem a 19 mm.*

Un cop hem rebaixat a 19 mm hem procedit a rebaixar el boix encara més, a la punta, que serà on hi encaixarem la següent peça. Aquesta part s'ha rebaixat a 14 mm.



*Img.50. Rasa.*

Tot seguit hem tret el tros sobrant del mig.

L'hi hem donat la volta a la peça i a contra direcció (d'esquerra a dreta, ja que normalment amb el torn s'utilitza de dreta a esquerra), i per tant amb molta més dificultat, hem anivellat el boix al diàmetre de 19 mm excepte la punta on s'encaixarà amb la primera peça.



*Img. 51. Cap d'unió per la peça anterior.*

Un cop acabat la part exterior de la peça, he donat un toc de originalitat al encaix de la peça, donant-li una forma diferent que l'anterior.



*Img.52. Ornametació del cap.*

Un cop acabat el encaix, volíem començar a perforar la peça però no sabíem per on començar si pel cantó amb menys gruix o pel que té més gruix. Al final hem decidit començar per el que conté més gruix, per por de que amb l'escalfor de la broca amb la fusta, es rebentés la fusta.



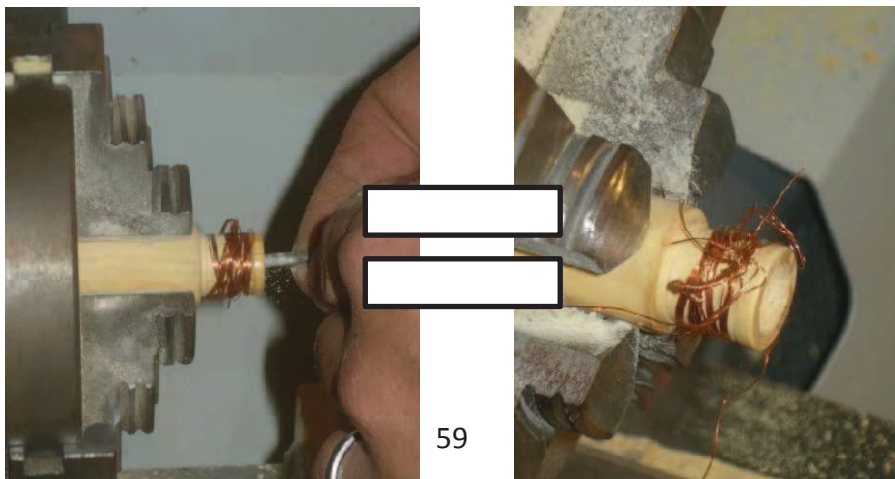
*Img.53. Perforació.*

Al acabar i confiats de que tot havia sortit bé, al treure la peça del torn hem vist que s'havia rebentat la peça.



*Img.54. Trencament de la peça.*

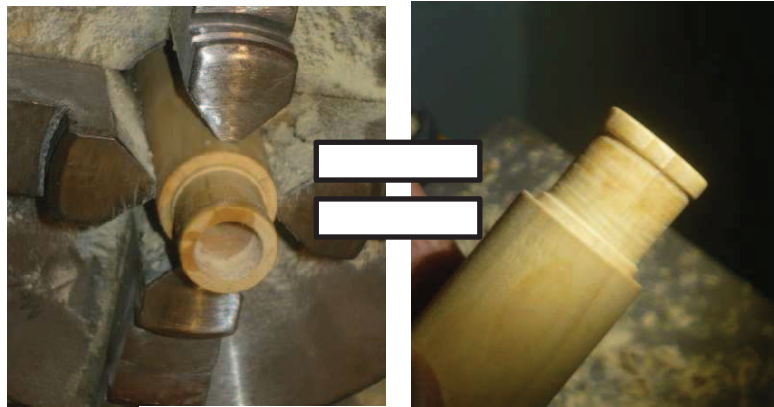
Llavor amb la manca de temps que teníem, hem hagut de arreglar la peça amb superglue i fil de coure. Llavor l'hem posat al torn i l'hem polit de manera que quedés del tot bé.



*Img.55 i 56. Reparació.*



I aquest ha sigut el resultat de la reparació:



*Img.57 i 58. Resultats de la reparació.*

Un cop arreglat la peça, hem de fer el forat, per on s'encaixarà, més gran per tant agafem una broca més gran (de 13 mm) per poder encaixar-lo a la primera peça feta (la embocadura).



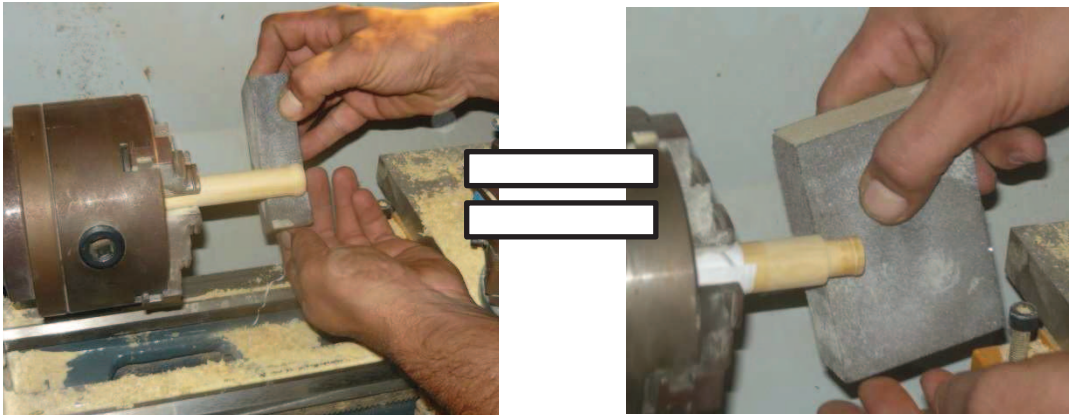
*Img.59. Engrandiment del interior del cap.*

Tot i això no és suficient ja que el diàmetre de la peça anterior és de 15 mm, així que l'havíem de fer més gran. Però teníem un problema, no teníem broques més grans, així que ho vam haver de fer amb una nova eina que serveix per buidar (un buidador).



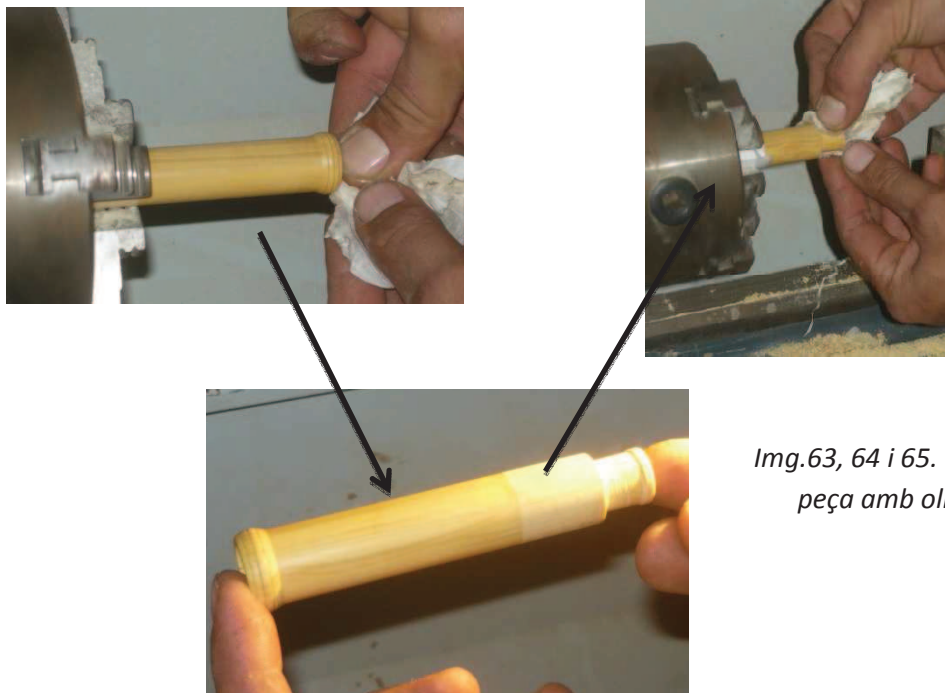
*Img.60. Buidament del cap.*

Aquesta peça està torta de la punta per poder buidar per dins. Un cop aconseguit la mida exacte per encaixar la peça amb la anterior, l'hem polit.



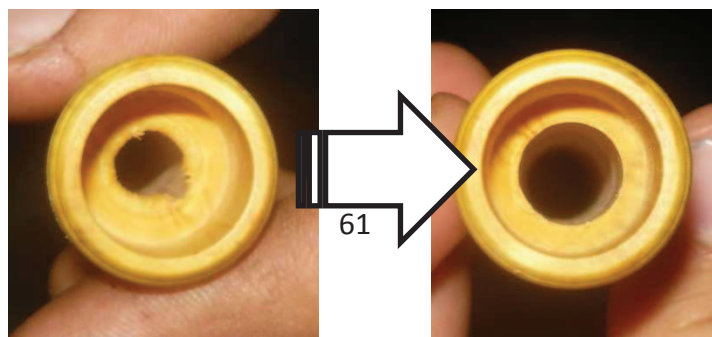
*Img.61 i 62. Poliment de la peça.*

I per evitar que s'esquerdi l'hem untat amb oli d' ametller. I en aquestes fotos podeu veure també la diferència de color que provoca untar-la.



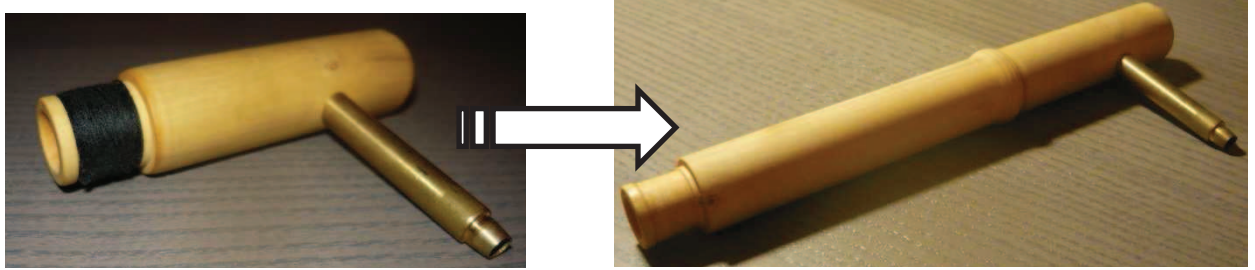
*Img.63, 64 i 65. Untament de la peça amb oli d'ametller.*

Llavors al treure la peça, hem mirat al interior i hem vist que estava mal acabada en el interior, així que hem agafat la peça i l'hi hem passat la broca de 9,5 per arreglar-la.



*Img.66 i 67. Reparació del interior de la peça.*

I per finalitzar hem enrotllat amb fil el cap final de la primera peça per poder encaixar millor les dues peces.



*Img.68 i 69. Encaix del cos superior amb l'embocadura.*

Tot seguit hem procedit a fer la següent peça. Partit de un tros de boix de 30 mm de diàmetre, hem decidit que aquesta peça la faríem més llarga que l'anterior. Això comporta a haver de fer-la amb un mètode diferent ja que la broca que utilitzem és més petita, per tant, farem un forat per cada cantó de manera que es trobin al mig. Primer de tot hem fet un petit forat a un extrem del boix per marcar el centre, i així poder treballar amb més seguretat, perquè sabem que treballem centrats.



*Img.70. Marcació del centre de la peça.*

Tot seguit, hem procedit a rebaixar el boix fins a 22 mm que seria el diàmetre que necessitem per el extrem de l'encaix.



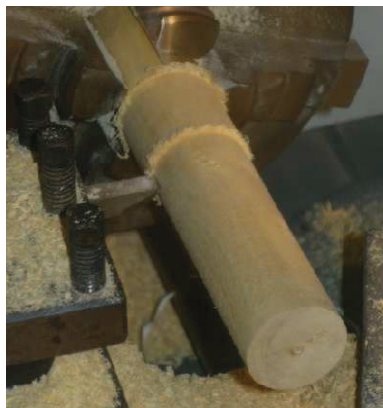
*Img.71. Rebaixament del boix a 22mm.*

Un cop tenim tot el segment rebaixat a 22 hem procedit a rebaixar la peça a la mateixa mida de diàmetre que les anteriors, o sigui 19 mm, deixant però la punta a 22 que és la mida que necessita per encaixar amb la peça superior a ella.



*Img.72. Rebaixament a 19mm excepte el cap.*

A continuació l'hi hem donat la volta i hem rebaixat la peça per l'altre cantó fins a 19 mm de diàmetre per així tenir la peça ja igualada.



*Img.73. Rebaixament a 19mm per l'altre cantó de la peça.*

Un cop ja hem anivellat el gruix per els dos cantons, hem procedit a fer una de les parts més perilloses amb aquest mètode, la perforació.

En la perforació apart de tenir el perill que se'ns descentri, hem d'anar introduint i traient la broca a poc a poc perquè s'escalfa molt ràpidament i es podria trencar.

En aquest pas hem tingut un petit problema, se'ns ha escalfat tant la broca i la fusta que ha començat a sortir fum, per sort no ha passat res de dolent.





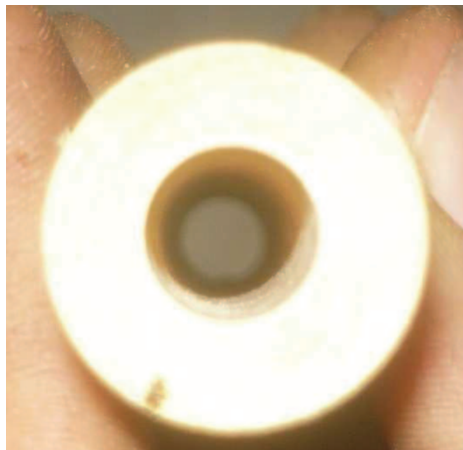
*Img.74. Perforació per l'extrem del cap.*

Un cop acabat de perforar una banda, hem perforat l'altre però abans hem deixat refredar una mica la broca.



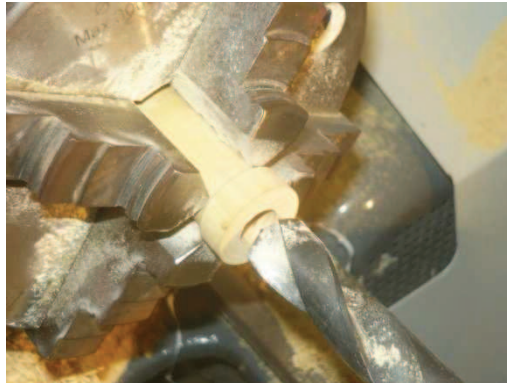
*Img.75. Perforació per l'altre extrem.*

Podem dir que hem estat de sort ja que ens ha sortit un forat força recte tot i anant ràpid.



*Img.76. Vista de com centrat esta el forat interior del tub.*

Tot seguit hem procedit a ampliar el diàmetre interior del extrem d'encaix per poder encaixar la peça amb l'anterior.



*Img.77. Engrandiment de l'interior del cap.*

Igual que en la peça anterior el diàmetre interior era massa petit (13 mm) i per tant també hem agut de fer el buidatge amb l'eina per poder buidar fins a 15,5 mm.



*Img.78. Buidament del cap.*

Un cop buidat, hem fet la part decorativa i original de l'encaix, igual que les anteriors.



*Img.79. Ornamentació del cap.*

En donar la volta la peça, ens hem adonat que no havíem fet el rebaixat inferior per on s'enganxarà la última peça. Així doncs que l'hem hagut de fer, amb la complicació de que en fer primer el forat, la paret és força prima i és molt possible que es trenqui.



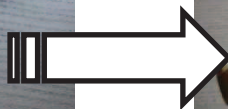
*Img.80. Rasa.*

Un cop acabada la peça, l'hem polit ben polida i l'hem untat amb l'oli d'ametller per evitar esquerdes i trencaments de la fusta.



*Img.81 i 82. Poliment i untament amb oli d'ametller de la peça (cos inferior).*

I ara ja tenim la tercera peça, anem a per l'última.



*Img.83 i 84. Encaix del cos inferior amb la resta ja feta de l'instrument.*

Hem començat l'última peça igual que amb les dues anteriors, rebaixant el boix inicial fins a 22mm de diàmetre.



*Img.85. Rebaixament del boix a 22mm.*

Igual que en l'anterior, tot seguit, l'hem rebaixat a 19 mm excepte l'extrem que l'hem deixat a 22 mm per tal de que pugui encaixar.



*Img.86. Rebaixament a 19mm excepte el cap.*

I seguidament, hem donat el toc d'originalitat i estètica a l'encaix igual que en les anteriors.



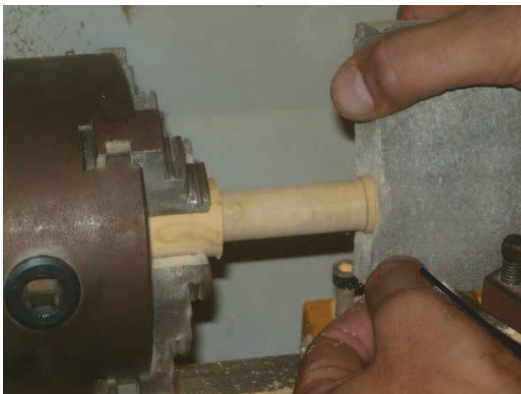
*Img.87. Ornamentació del cap.*

Un cob obtingut el toc d'originalitat, hem tret la punteta, que podeu veure en la imatge anterior, que sobresurt i l'hem perforat.



*Img.88. Perforació.*

Tot seguit, hem polit i hem untat amb l'oli d'ametller la peça, només pel cantó on hem treballat, i hem fet el forat d'encaix més gran igual que en les dos anteriors, primer amb la broca més gran (13mm) i després amb el buidador fins a 15 mm.



*Img. 89. Poliment de la peça.*



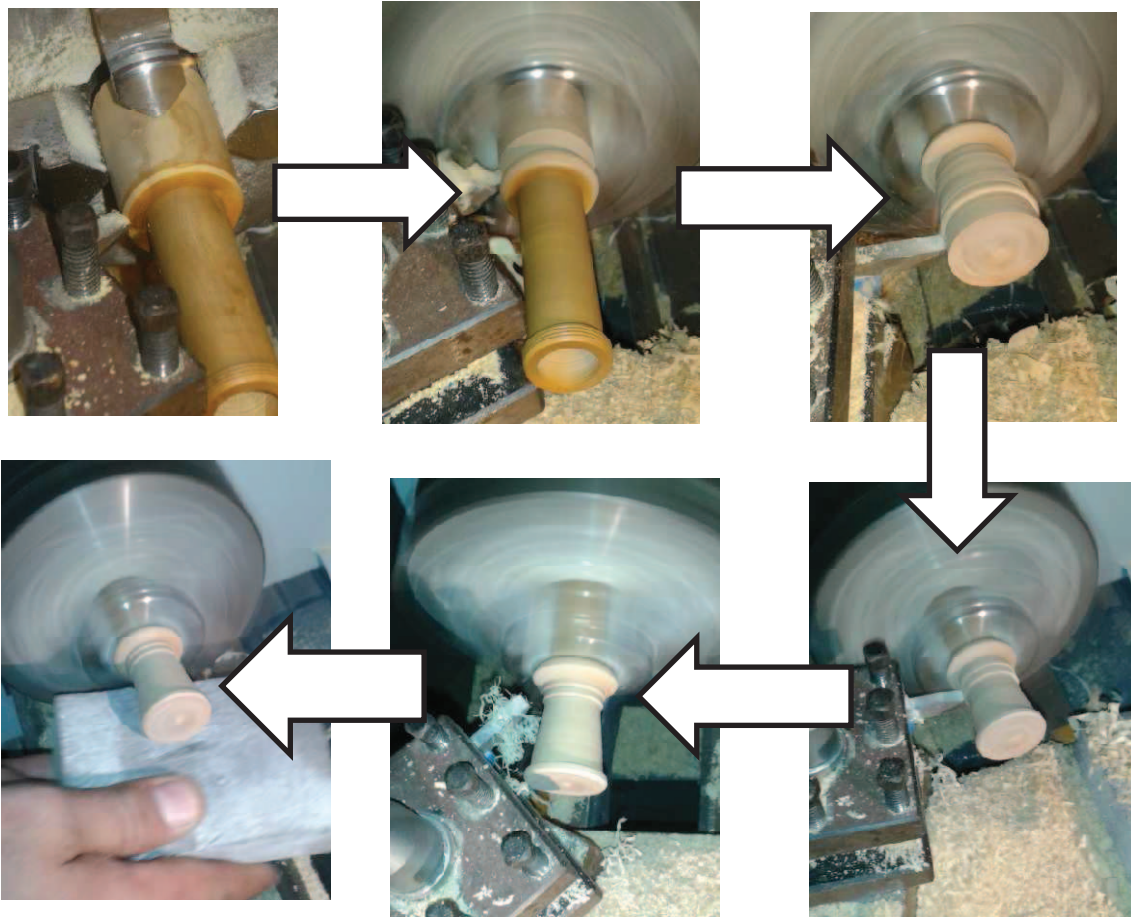
*Img.90. Engrandiment de l'interior del cap.*



*Img.91. Buidament del cap.*



Un cop acabada aquesta part, hem procedit a donar un toc d'originalitat a la campana final que la campana ens servirà per amplificar l'instrument.



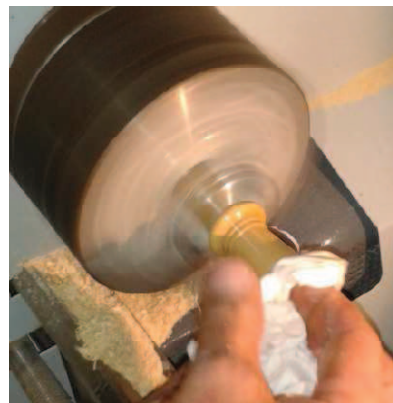
*Img.92,93,94,95,96 i 97. Creació i ornamentació de la campana.*

Al acabar el toc original i artístic de la peça, hem procedit a fer el forat interior de la campana de manera cònica per poder amplificar el so. Aquest acabament ho hem fet buidant amb el buidador i amb la peça de tall per trobar el forat fet prèviament amb la broca des de l'altre extrem, i amb una llima hem acabat de polir l'interior.



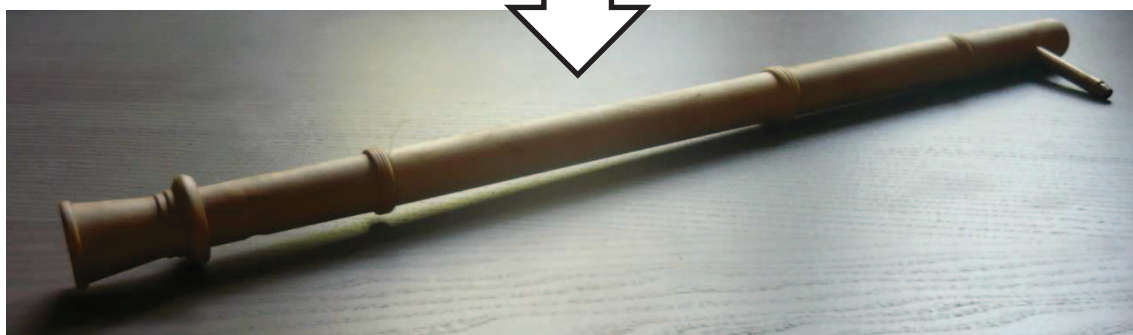
*Img.98,99 i 100. Creació del forat interior.*

I per acabar l'última peça, l'hem polit i l'hem untat amb l'oli d'ametller.



*Img.101, 102 i 103. Poliment i untament amb oli d'ametller la campana.*

I ja tenim tot el cos acabat. A continuació només faran falta els forats.



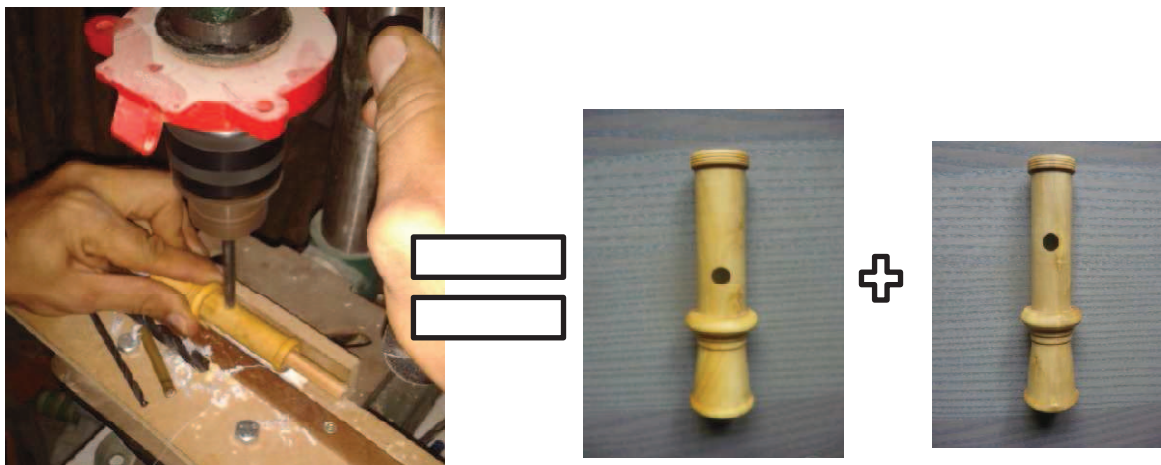
*Img.104 i 105. Encaix de la campana amb la resta del instrument.*

### 9.10.1 FORATS PEL COS DEL INSTRUMENT

Un cop hem aconseguit el cos sencer hem procedit a fer els forats per poder obtenir les notes.

Amb tot el cos sencer i sense cap forat, l'instrument feia un Sol, però aquest sol tenia molta dificultat així que vam pensar de fer uns forats d'afinació en la peça de la campana. Aquests forats els hem fet a la part superior de la peça de la campana i el resultat ha sigut molt bo, ja que el so és mol més clar i fàcil. La nota resultant era un La, per tant ara el instrument està afinat en LA.

Per evitar fer malbé l'altre cantó de la fusta, hem posat una barra de fusta per dins per evitar que la broca arribi fins al altre cantó.



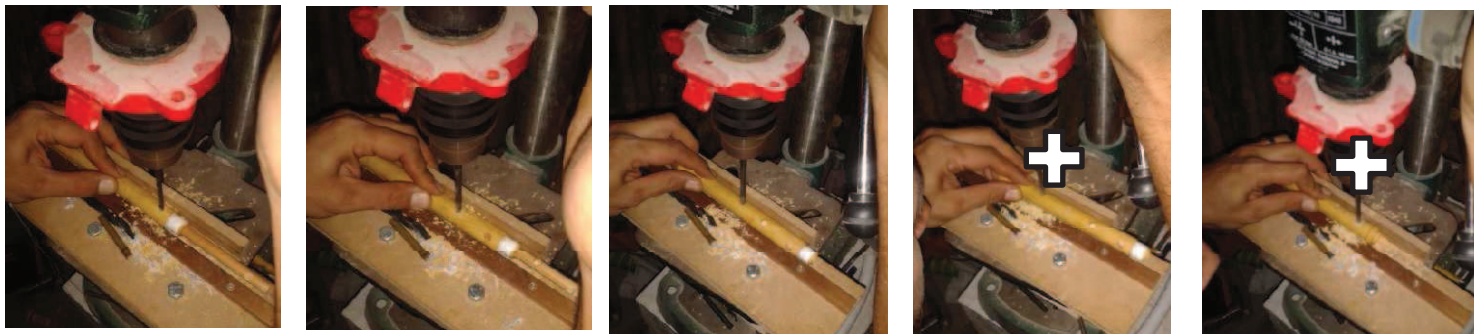
*Img. 106, 107 i 108. Forats de la campana*

A continuació, hem procedit a fer els forats en la peça més llarga.

Aquests forats, els hem fet de manera que resultessin ser més còmodes per poder tocar el instrument.

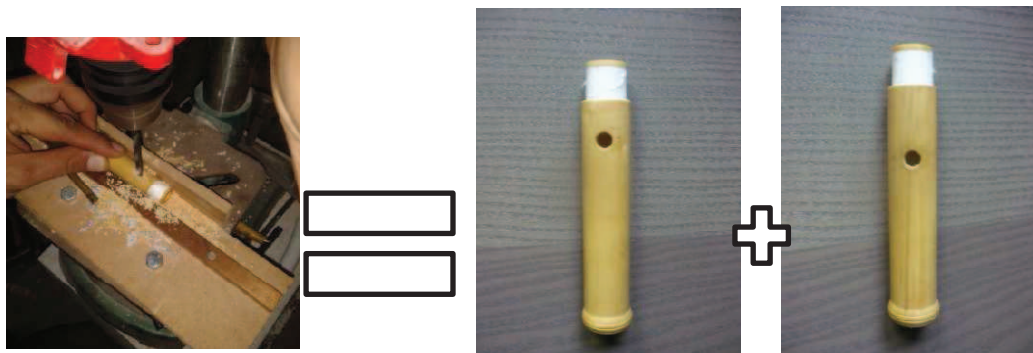
Tot i tenir el prototip, anavem amb bastanta por en fer els forats ja que no estavem segurs de que sonessin les mateixes notes. Les mides de la grossor de la paret de la fusta no eren les mateixes que les del tub de PVC ja que sinò era impossible poder fer el forat ja que es reventaria la paret al fer el forat amb la broca tal i com hem explicat al principi de la construcció.





*Img.109, 110, 111, 112, 113 i 114. Forats del cos inferior.*

I per finalitzar, hem fet els dos últims forats necessaris per obtenir totes les notes.



*Img.115, 116 i 117. Forats cos superior.*

I finalment ja tenim el instrument finalitzat:



*Img.118. Instrument finalitzat (Xirigot).*

## 10. ENTREVISTES A DIFERENTS LUTHIERS

Amb l'objectiu de conèixer una mica més de prop el món del luthiers, com funciona, si hi ha moltes possibilitats d'innovar dins dels instruments, si realment es poden guanyar la vida amb aquesta feina, i per tal de veure si em podien assessorar una mica amb el meu nou instrument vaig entrevistar a tres luthiers: un professional i els altres dos que s'hi dediquen com a afició en estones lliures.

El primer, en Jaume Bosser, es dedica sobretot als instruments antics de corda polsada, i per tant no em va poder assessorar massa amb el meu instrument de vent, però sí que em va donar una visió àmplia del món dels luthiers. Com a amant dels instruments antics no li agraden gens totes les innovacions tecnològiques que permeten amplificar, digitalitzar, sintetitzar o distorsionar el so. Mostra la seva passió pel so i el timbre genuí dels instruments. Reconeix que és un ofici que necessita de moltes hores de dedicació i que no sempre són del tot valorades. I de les seves paraules es dedueix que es necessita molta vocació per dedicar-se a aquest ofici.

En Jaume Bosser tampoc em va poder assessorar gaire pel que fa a la innovació en els instruments ja que com he dit anteriorment, fonamentalment es dedica a les rèpliques d'instruments antics.

En Ton Munné és un luthier aficionat a la construcció d'instruments de vent fusta. Em va fer veure que el difícil és trobar un instrument nou que agradi i que valgui la pena. Igual que en Jaume Bosser considera que és una dedicació en la que és molt més important la satisfacció personal que els guanys econòmics que es puguin obtenir. I que és una feina que només és reconeguda entre el món dels músics. Destaca que els músics busquen instruments lleugers i fàcils de tocar, manejables. I que el mètode de construcció és el d'assaig error. Per tal d'augmentar la potència d'un instrument de vent no li dóna tanta importància a la campana sinó a la forma final de l'instrument, i considera que el tipus de fusta és important pel timbre però que els canvis entre les diferents fustes no són massa destacables.

Finalment l'Àngel Laguno, també constructor d'instruments de vent en el seu temps lliure insisteix en que és una feina molt vocacional, molt reconeguda entre els músics però no pas entre la societat en general. Coincideix també en dir que es busquen

instruments lleugers i àgils i que la fusta influeix en el timbre. Considera que la campana és el sistema ideal per a amplificar l'instrument.

### 10.1 ENTREVISTA A JAUME BOSSER ARTAL

En Jaume Bosser Artal, de 51 anys, és un luthier professional. Construeix instruments antics de corda polsada, dedicant-se sobretot a la viola de mà, la guitarra, la tiorba i el llaüt. Durant 10 anys la seva professió va ser la de músic (sense cap titulació) i posteriorment es dedicà a luthier. Va estudiar a la Universitat però no va acabar de treure's la titulació de ciències ambientals.



*Img.119. Jaume Bosser Artal.*

#### 1. Que en penses de les innovacions instrumentals i de la creació de nous instruments?

Gràcies a la innovació tecnològica, es poden produir innovacions instrumentals que es poden comercialitzar molt fàcilment, i que permeten que la gent ho compri.

El principal problema i desencadenant dels avenços i construcció de nous instruments, és saber on es faran servir.

Al s. XVIII i XIX havien de tocar cada cop en sales més grans i havien de buscar instruments de volums més forts (adaptant/innovant els antics o creant-ne de nous) per produir el so necessari. En canvi al s. XX la preocupació ja no és aquesta perquè si tu desendolles una guitarra elèctrica no sona res, en aquest temps el que busquen és de fer artefactes que amplifiquin per vibracions. Tot això per mi, és una evolució no un progrés.

Per exemple, una guitarra clàssica en el s. XIX, que evoluciona de la guitarra barroca, té més amplificació que la barroca, però no la suficient i al s. XX es busquen instruments més forts i això provoca desenvolupar els instruments per tal de que sonin més fort però comporta que tinguin una sonoritat molt més dolenta i la manca de poder tocar fluix. Ara gravar un disc arriba a ser més desagradable que abans que era molt seductor (expressió).

Avui en dia es busca que soni fort i no que tingui qualitat.

## **2. Creus que és difícil patentar un nou instrument?**

Jo no hi entenc gaire en aquest camp perquè em baso més en la reproducció de instruments antics, però crec que són moltes hores invertides i d'un cos elevat, o sigui més que difícil podríem dir que és car.

## **3. Que ha de tenir un nou instrument per revolucionar en el mercat?**

Ara, en l'àmbit de la música Clàssica, és impossible revolucionar.

Ara, es podria revolucionar en el àmbit de instruments digitals igual que es fa amb els telèfons mòbils.

Abans dels sintetitzadors, hi havia orquestres potents i bones, que ara amb tot aquest tema dels sintetitzadors ja no es troben les seccions de vent potents que hi havia abans, ja que han estat substituïdes per els sintetitzadors. No és el mateix, el problema és que és més barat: amb només una persona que et controli el sintetitzador, t'estalvies de pagar 15 persones diferents que toquen instruments.

Per exemple això també ha passat amb el pas del vinil al CD. Tècnicament el CD no té el marge dinàmic com el del vinil, en el CD, el flux no és gaire flux i el fort tampoc, queda molt comprimit. El vinil en canvi les dinàmiques es noten molt i per gravar concerts en directe el vinil és molt millor que el CD, però al ser més barato el CD el vinil, ha desaparegut gairebé.

Un altre exemple on ha passat això, és en les cuines. Abans la cuina típica era la de carbó, però amb les innovacions, etc.. va sortir la cuina de gas. Tot i això la gent que tenia a casa seva les dues cuines, feien les coques i les pastes amb el de carbó perquè sortien molt més bones. Igual que la fruita, abans tenia molt més sabor que ara, que amb l'evolució, s'ha buscat la manera de que sigui més barata, que no és fàcil malbé i productora.

## **4. Quina creus que és la família més explotada en aquest tema la de vent o la de corda?**

Per mi la família que ha estat més explotada en aquest tema és la família dels teclats i l'electrònica. La família de la corda i la del vent, la majoria d'innovacions que s'hi ha fet per buscar instruments més fàcil d'amplificar.

## **5. S'hi perden molts diners?**

Forces, però més que diners són hores el que s'hi perd realment.

**6. Com creieu que esteu vistos els luthier en la societat? És una feina reconeguda?**

La gent ho veu una feina molt bonica la d'estar al teu taller fent el que t'agrada, etc... tothom té la expressió de "Oh! Que maco". Però per a mi és un ofici artesà-artista on s'hi passen moltes dificultats i on s'hi gasten moltes hores i el preu que tu poses és molt ajustat per el temps que gastes. S'hi cobréssim el mateix que el que cobra un mecànic per hora de reparació d'un cotxe al taller, el preu es triplicaria o més. És una feina molt absorbent de temps.

**7. La feina és més de construcció o de reparació?**

Jo en faig més de construcció. També en faig una mica de reparació però per dedicar-me a la reparació, hauria de viure en un lloc més habitat com Barcelona.

**8. Quins son els països més capdavaners en aquesta feina?**

Tot depèn del instrument.

Per exemple la corda pinçada tenia els orígens aquí a Espanya però al sortir fàbriques tota la producció se'n va anar al Japó, Estats Units, etc.. i ara on més coses pots trobar de corda pinçada es als Estats Units.

Si parlem de la corda fregada, els seus orígens són a Itàlia, però amb la gran demanda es van establir un centres de producció a França i a Alemanya.

**9. Com és que et vas decidir per fer aquesta feina?**

Jo era molt manetes, tocava la guitarra i volia tocar el Llaüt renaixentista, però eren molt cars i me'n vaig fer un. Em va agradar molt i un amic meu em va demanar si n'hi podia fer un i li vaig fer, llavors un altre amic també me'n va demanar un i etc.. I fins ara que vaig fer un cop de cap. La vida m'ha portat a aquest ofici.

**10.2 ENTREVISTA A TON MUNNÉ ROCA**

Ton Munné Roca de 55 anys. Sense cap titulació. Treballa de conserge a l'escola municipal de música d'igualada i està involucrat en el mon de la luthieria de manera autodidacte total. La seva especialitat són



*Img.120. Ton Munné Roca.*

les gralles. Ha dissenyat i construït una gralla baixa que ara està exposada en el Museu d'Història de la música de València.

**1. Que en penses de les innovacions instrumentals i de la creació de nous instruments?**

És molt bo perquè dona una imatge de que tot està viu. I s'hi no s'innovés sempre seria el mateix de manera que amb el temps acabaria cansant.

**2. Creus que és difícil patentar un nou instrument?**

No és que sigui difícil patentar un nou instrument sinó que és difícil inventar una idea nova que valgui la pena.

**3. Que ha de tenir un nou instrument per revolucionar en el mercat?**

Un nou instrument necessita una nova sonoritat que agradi als músics i que serveixin per poder-se expressar diferents coses.

**4. Quina creus que és la família més explotada en aquest tema la de vent o la de corda?**

Ben bé no et puc respondre aquesta pregunta ja que no ho conec, però crec que és bastant per igual.

**5. S'hi perden molts diners?**

Si, però sobretot hores i temps. Tot depèn de el resultat de després el poder recuperar els diners perduts, si la gent ho compra, pots recuperar tots els diners i inclús guanyar-ne. Però obtens, tot i perdent diners, la satisfacció personal.

**6. Com creieu que esteu vistos els luthier en la societat? És una feina reconeguda?**

En el món dels músics som molt reconeguts, ja que ells depenen molt de nosaltres i refien.

**7. La feina és més de construcció o de reparació?**

Construcció.

**8. Quins son els països més capdavaners en aquesta feina?**

No ho se.



**9. Com és que et vas decidir per fer aquesta feina?**

Tenia coneixements de mecànica i sabia tocar una mica la gralla, llavors em vaig dir que volia construir gralles, així que hem vaig posar al cap que ho podia fer i així ha sigut.

**10. Que és el mes buscat en un instrument de vent?**

El més buscat en un instrument és una nova sonoritat sobretot, però també es busca que sigui àgil, que no pesi, etc.. i com més avantatges millor.

**11. Hi ha algun altre mètode que el de assaig error?**

Hi ha gent que ho ha buscat matemàticament i ho ha aconseguit però sempre ho han retocat al final amb assaig error, però es probable que les fàbriques tinguin algun càlcul per poder fer tots els instruments.

**12. Quin és el millor mètode per amplificar un instrument de vent? La campana?**

La millor manera és fer el instrument amb una bona caixa de ressonància, una bona obertura i depèn molt de la llengüeta també. La campana és més estètica que amplificadora.

**13. Varia molt el timbre segons la fusta del instrument?**

No massa però tenen diferents tons (càlids, freds, brillants, etc..). Tots sonen bé però sempre un destaca, tot és molt personal, segons el músic.

**14. Quin creus que seria el millor ús de un nou instrument de vent fusta?**

Tot depèn dels músics i la utilitat que li vulguin donar.

**10.3 ENTREVISTA A ÀNGEL LAGUNA MARTÍ**

Àngel Laguna Martí, de 33 anys. Sense cap titulació, ha estudiat informàtica i ha arribat a la luthieria gràcies a parlar amb altres luthiers i ara hi està involucrat de manera autodidacte total.



*Img.121. Àngel Laguna Martí.*

**1. Que en penses de les innovacions instrumentals i instruments?**

És un gran pas, un pas important per la evolució.

**2. Creus que és difícil patentar un nou instrument?**

Sí, molt. No pel fet de crear si no pel de mantindre una patent, ja que patentar val molts diners i mantenir la patent també i si no obtens beneficis de la patent no pots pagar una patent i és molt difícil mantenir-la.

**3. Que ha de tenir un nou instrument per revolucionar en el mercat?**

Ara en la nostra època o ha de ser electrònic o ha de tenir molt bona qualitat i ser barato.

**4. Quina creus que és la família més explotada en aquest tema la de vent o la de corda?**

La corda sens dubte, sobretot gràcies al mercat xinès que ha rebotat els preus i tot és molt més econòmic.

**5. S'hi perden molts diners?**

Depèn. T'hi poses perquè tens una vocació. No t'hi poses per a fer-te ric.

**6. Com creieu que esteu vistos els luthier en la societat? És una feina reconeguda?**

Desconeguda més aviat. Però la feina d'un constructor d'instruments, dins dels mateixos músics, és molt valorat.

**7. La feina és més de construcció o de reparació?**

Depèn de les èpoques. Ara, en aquests moments, és més constructiu.

**8. Quins son els països més capdavaners en aquesta feina?**

Xina, Alemanya, Itàlia o França.

**9. Com és que et vas decidir per fer aquesta feina?**

Em va caure al damunt. La construcció de cornamuses, d'instruments tradicionals, ningú ho feia!. Doncs jo m'hi vaig posar.

**10. Que és el més buscat en un instrument de vent?**

Que la seva utilització no suposi molt esforç, és a dir, que no sigui molt cansat el fet de tocar-lo, i que estigui molt ben afinat!.

**11. Hi ha algun altre mètode que el de assaig error?**

Sempre s'està treballant, buscant patrons, però normalment es treballa per la còpia.



**12. Quin és el millor mètode per amplificar un instrument de vent? La campana?**

Sens dubte, la campana amplificadora. Però per exemple, en els instruments de bisell, si en comptes de fusta aquest bisell es fa de metall, guanyen potència.

**13. Varia molt el timbre segons la fusta del instrument?**

Sí, varia molt. Si la fusta és pura i tova el so és més dolç, fluix i apagat. Si la fusta té molta densitat i és impura sona més brillant, més potent.

**14. Quin creus que seria el millor ús d'un nou instrument de vent fusta?**

Se'n poden fer per tots els estils.

**11. VALORACIONS DEL XIRIGOT PER PART DE DIFERENTS MÚSICS**

Una vegada realitzat el nou instrument l'he ensenyat i deixat escoltar a diferents instrumentistes per tal de que hem donessin la seva opinió.

**11.1. Olga Torra.**

L'Olga Torra toca la tenora en diferents coples, entre elles la "Terres de Marca".

Pensa que el xirigot és original i que es pot utilitzar per a fer música tradicional. La seva incorporació en una cobla és difícil ja que està afinat en La.

**11.2. Carles Partegàs.**

El Carles Partegàs és professor de clarinet a l'escola de música d'Igualada.

Pensa que el xirigot té un timbre inesperat i molt original. Seria adient per fer els baixos en un grup de gralles.

**11.3. Enric Solà i Nuska Corrià.**

L'Enric Solà és un recuperador de la música tradicional i toca el flabiol, la gralla i la viola de roda. La Nuska Corrià toca la flauta, el baixó i el acordió i és especialista en música antiga.

Pensen que és un instrument molt equilibrat tant per aguts com per greus, i s'assembla físicament a una xirimia. Podria estar bé per tocar un divertimento i fins i tot, el seu so es idoni per una fanfàrria dels principis de les òperes.

Després de tocar-lo una mica, han arribat a la conclusió que és bastant incòmode i fa la mateixa sensació que tocar un baixó. També el seu so sona a fusta però una mica de fireta, per riure un rato. Pensen que podríem situar-lo com un instrument renaixentista i/o pastoril. Per poder tocar conjuntament amb un altre instrument hauria de ser cromàtic ja que instruments amb La diatònic es molt difícil de trobar-ne en el nostre

país. Tot i això podria tocar qualsevol música, però sobretot popular, renaixentista o formar part de un ministrés (conjunt musical de poques persones que toquen danses, balls i cançons tradicionals i de carrer). Tot i això hi ha gralles en La (grallets) on també podrien tocar junts.

#### **11.4. Pepa Fusté.**

La Pepa Fusté és professor de clarinet a l'escola de música d'Igualada.

Pensa que el xirigot té un timbre molt original i bonic, tot i que el defecte que l'hi troba és la seva comoditat, ja que és molt incòmode.

### **12. CONCLUSIONS**

L'objectiu principal d'aquest treball de recerca era dissenyar un nou instrument i construir-lo. Aquest s'ha acomplert de forma correcta obtenint un bon resultat. S'ha creat el xirigot, un nou instrument de vent afinat en La, amb un timbre rústic, feréstec, fort i potent. Per aconseguir-lo s'ha hagut de complir amb els altres objectius del treball.

Així, i seguint amb el segon objectiu, s'ha esbrinat si s'havien dissenyat altres instruments de vent que no estiguin dins de les classificacions més corrents d'aquests i efectivament és així. S'ha pogut contactar amb diferents luthiers i aquests han posat de manifest que una de les seves feines, potser la que més els agrada, és innovar. Les utilitats d'aquets nous instruments són diverses depenent de les seves característiques i de com han estat dissenyats.

El tercer i quart objectius, referits a la recerca de les diferents fustes amb les que es construeixen els instruments de vent també han estat assolits, per mitjà d'una recerca exhaustiva de les característiques de cada un d'aquests, i posterior comparació dels timbres procedents de cada un d'ells.

Concretant en el quart objectiu que feia referència a la recerca de la fusta més apropiada i econòmica per al nou instrument ja s'ha vist que finalment el material escollit va ser la fusta de boix, amb el que es construeix les flautes i els flabiols, material tou i fàcil de treballar.

El cinquè objectiu que era escoltar el timbre del nou instrument per tal de veure si era innovador, també s'ha acomplert i el resultat ha estat afirmatiu. El timbre del xirigot és

nou, diferent, inesperat segons algun comentarista. S'assembla al d'una gralla però és més greu, potser menys estrident.

Els objectius sisè i setè s'han dut a terme de forma paral·lela. Diferents professionals valoren que és un instrument original i que el seu ús és idoni per a grups tradicionals i grups de música antiga (renaixentista).

Pel que fa a les hipòtesis inicials que teníem, anem-les a analitzar de forma individual:

**1.-Dissenyar i construir un nou instrument de vent és fàcil a partir d'un tub de PVC que ens pot servir de referència. Només és qüestió de fer-li els forats corresponents.**

Aquesta hipòtesi s'ha de descartar. No és cert que sigui un procés fàcil. No hi ha fórmules exactes ja que la física dóna aproximacions a la realitat però hi ha desviacions degudes a múltiples causes: característiques de la fusta i el seu poder d'absorció, nusos de la fusta que poden provocar turbulències, l'adaptació de les ones en un tub rectilini al medi exterior és complicada i per tant costa d'afinar, etc. Fer els forats al tub de PVC és un procés llarg, i laboriós, sobretot si finalment s'ha de seguir el mètode de l'assaig-error, com ha estat en aquest cas.

**2.-És possible obtenir un timbre mai escoltat.**

Aquesta hipòtesi és certa. Sí que és possible obtenir un timbre mai escoltat ja que qualsevol diferència de forma o de material en un instrument, ja permet l'obtenció d'un timbre nou.

**3.-Aquest instrument es podrà acoblar amb facilitat a un grup de música tradicional o de música antiga**

Aquesta hipòtesi és certa a mitges degut a la tonalitat del xirigot . En un grup de música antiga potser seria més fàcil ja que en molts d'aquests grups la majoria d'instruments estan afinats en La o La de 415 Hz o Sol a 460. En un grup de música tradicional pot ser viable, però cal tindre en compte que la resta d'instruments no acostumen a tindre aquesta tonalitat.

## 15. BIBLIOGRAFIA

### Llibres

- TIPLER, Paul A. *Física*. Barcelona. Segona edició. Tomo 1. Editorial Reverté, 1989.

Informació utilitzada: Capítol 14, “Movimiento ondulatorio”(pàg. de la 474 a la 506). S’ha consultat les característiques bàsiques del moviment ondulatori i de formació de les ones sonores estacionàries.

- AUQUER,I; ESCURA,S; RUBIO,A. *Astres 4, física i química*. Barcelona. Editorial Teide, 2012.

Informació utilitzada: Unitat 7, “Ones i energia”(pàg. de la 156 a la 177). S’ha consultat les característiques bàsiques del moviment ondulatori, ones periòdiques, fenòmens ondulatoris (dels que s’han extret les imatges 5, 6 i 7) i de les ones sonores.

- CAAMAÑO.A; CORTEL.A; LOZANO.M.T.; PUEYO.LL. *Fase 2*. Editorial Teide. Barcelona, 2009

Informació utilitzada: Unitat 8, “Les ones”(pàg. de la 202 a la 233). S’ha consultat les característiques bàsiques del moviment ondulatori i les ones estacionàries, en concret la formació d’ones estacionàries en tub obert pels dos extrems i un tub tancat per un extrem i obert per l’altre.

### Webs

- ALBAREDA i Tiana, Alfons. *La Física dels instruments musicals*. Departament de física Aplicada. Universitat Politècnica de Catalunya. Revista de física, primer semestre de 1992. <http://revistes.iec.cat/index.php/RdF/article/viewFile/4547/4546> [12-07-2013]

Informació utilitzada: S’ha utilitzat la formació de les ones estacionàries en els instruments musicals, els problemes que experimenten en canviar de medi i com influeix l’excitació inicial de les ones estacionàries.

- RIAT,M. *Fonaments de la música. La generació dels sons en els instruments musicals*. Pàg 79 a la pàg 128. <http://www.riat-serra.org/musica-2.pdf> [12-07-2013]

Informació utilitzada. Formació de les ones estacionàries en els instruments i convenciment de que no hi ha fórmules matemàtiques exactes.

- PEJUAN, Arcadi. *Introducció a l’acústica. Obtenció dels diferents tons per variació de la longitud:l, instruments de música* .Projecte La Baldufa. Factoria de recursos docents. Universitat Politècnica de Catalunya.

[http://baldufa.upc.edu/arcadi/acustica/Bloc3/Tema10/Fitxes/T10\\_04\\_Diferents\\_notes\\_longitud\\_1.htm](http://baldufa.upc.edu/arcadi/acustica/Bloc3/Tema10/Fitxes/T10_04_Diferents_notes_longitud_1.htm) [12-07-2013]

Informació utilitzada. Fórmula per la formació dels harmònics. Imatge del tub d'aire dins d'una flauta.

- Alumnos: Garbarz, Alan; Martínez Gazoni, Rodrigo, Docentes: Lemmi, Claudio; Mazzaferri, Javier; Villarreal, Mirta. *Física de la flauta traversa*. FCEN, UBA, Noviembre 2003. [http://www.aflauta.com.br/hist/fisica\\_de\\_la\\_flauta.pdf](http://www.aflauta.com.br/hist/fisica_de_la_flauta.pdf) [13-07-2013]

Informació utilitzada. Forma de les ones estacionàries en la flauta segons la seva digitació. Pàg: 2,3, i 4.

- SAMPEDRO del Río, Àngel. *Instrumentos de viento artesanales. Diseño y evolución. Trabajo de acústica de vientos. Febrer de 1997*. <http://www.unmundodebambu.com.ar/colon97.htm>. [08-07-2013]

Informació utilitzada. Coneixements bàsics d'acústica. Idea de que la tècnica a utilitzar serà la de l'assaig- error.

- MARROIG, Joan (Piu). *Ses fustes*. <http://www.tourismmallorca.com/joanpiu/07fustes/00fustes.htm> [30-07-2013]

Informació utilitzada. Característiques de les fustes utilitzades per fer xeremies i flabiols. Informació sobre la fusta de boix, de granadillo, de bubinga i de ginjoler.

#### **Altres webs consultades.**

- <http://www.comohacer.info/como-hacer-una-flauta/> Article molt antic i anònim de com fer una flauta
- [http://www.ehowenespanol.com/flauta-cana-como\\_106936/](http://www.ehowenespanol.com/flauta-cana-como_106936/) Article anònim. Dona la mida exacta entre forats per fer una flauta de bambú.
- <http://traslasendadelosancestros.blogspot.com.es/2012/08/un-interesante-metodo-para-calcular-los.html> Article anònim. Mètode per calcular la posició dels forats a partir d'una flauta model.
- <http://www.bosserluthier.net/catalabenvinguts.htm> Article den Jaume Bosser Artal. Biografia seva.
- <http://www.buenastareas.com/ensayos/Tipos-De-Embocadura/212400.html> Article anònim. Tallament de l'aire en les embocadures de bisell.
- <http://lagarrotxa.org/vegetacio/erable> Article anònim. Fusta d'erable.
- [http://botanicavirtual.udl.es/fam/aceracies/acer\\_platanoides.htm](http://botanicavirtual.udl.es/fam/aceracies/acer_platanoides.htm) Article anònim. Fustes.

# ANNEX

**Autor:** Roger Teixé

**Curs:** 2n de Batxillerat D

**Any:** 2013-2014

**Tutor:** Josep Aloy

**INS PERE VIVES VICH**

IGUALADA

## TAULA DE CONTINGUTS

1.- FOTOS .....	2
1.1. Procés .....	2
1.2. Interpretació musical .....	4
2.- CROQUIS .....	10
2.1. Croquis nº 1 .....	10
2.2. Croquis nº 2 .....	11
2.3. Croquis nº 3 .....	12
2.4. Croquis nº 4 .....	13
3.- PLÀNOLS .....	14
3.1. Plànol nº1 .....	14
3.2. Plànol nº2 .....	15
3.3. Plànol RT 0001 (Embocadura).....	16
3.4. Plànol RT 0002 (Tudell).....	17
3.5. Plànol RT 0003 (Cos superior).....	18
3.6. Plànol RT 0004 (Cos inferior).....	19
3.7. Plànol RT 0005 (Campana).....	20
3.8. Plànol RT 0006 (Xirigot).....	21

## 1. FOTOS

### 1.1 Procés



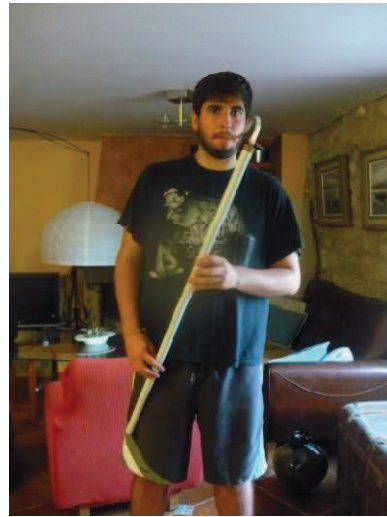
Procés d'obtenció de la primera peça



Intents d'afinació del primer prototip







Provant diferents mides de tub



Treballant amb el torn un tub de PVC pel segon prototipus



Serrant les puntes d'una peça



Llimant les puntes d'una peça



Fusta de boix inicial



Enfilant una peça del segon prototipus

## 1.2 Interpretació musical

### 1.2.1 Carles Pertegaz i els clarinets



Corno di Basseto



Requint



Clarinet en Si $\flat$



Clarinet en La

### 1.2.2 Kènia Boada i les flautes



Flauta soprano



Flauta sopranino



Flauta contral



Flauta tenor

Flauta baix





### 1.2.3. Pepa Fuster i els fagots



Fagotino

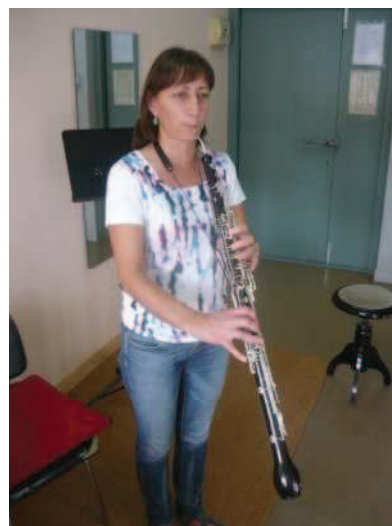


Fagot

### 1.2.4. Dolors Almirall i els oboès



Oboè



Corn anglès

#### 1.2.4. David Riba i la flauta travessera



Flautí de ferro



Flautí de fusta



Flauta travessera

#### 1.2.5. Olga Torra i la tenora



Tenora

### 1.2.6. Dani Vilarrúbies i el flabiol



Flabiol