

CONSTRUCCIÓ D'UN VIOLÍ



Treball de recerca

Tutor: Eugeni Garcia Mitjans

Curs 2017-2018

Lídia Edo Fernández

2n Batxillerat B



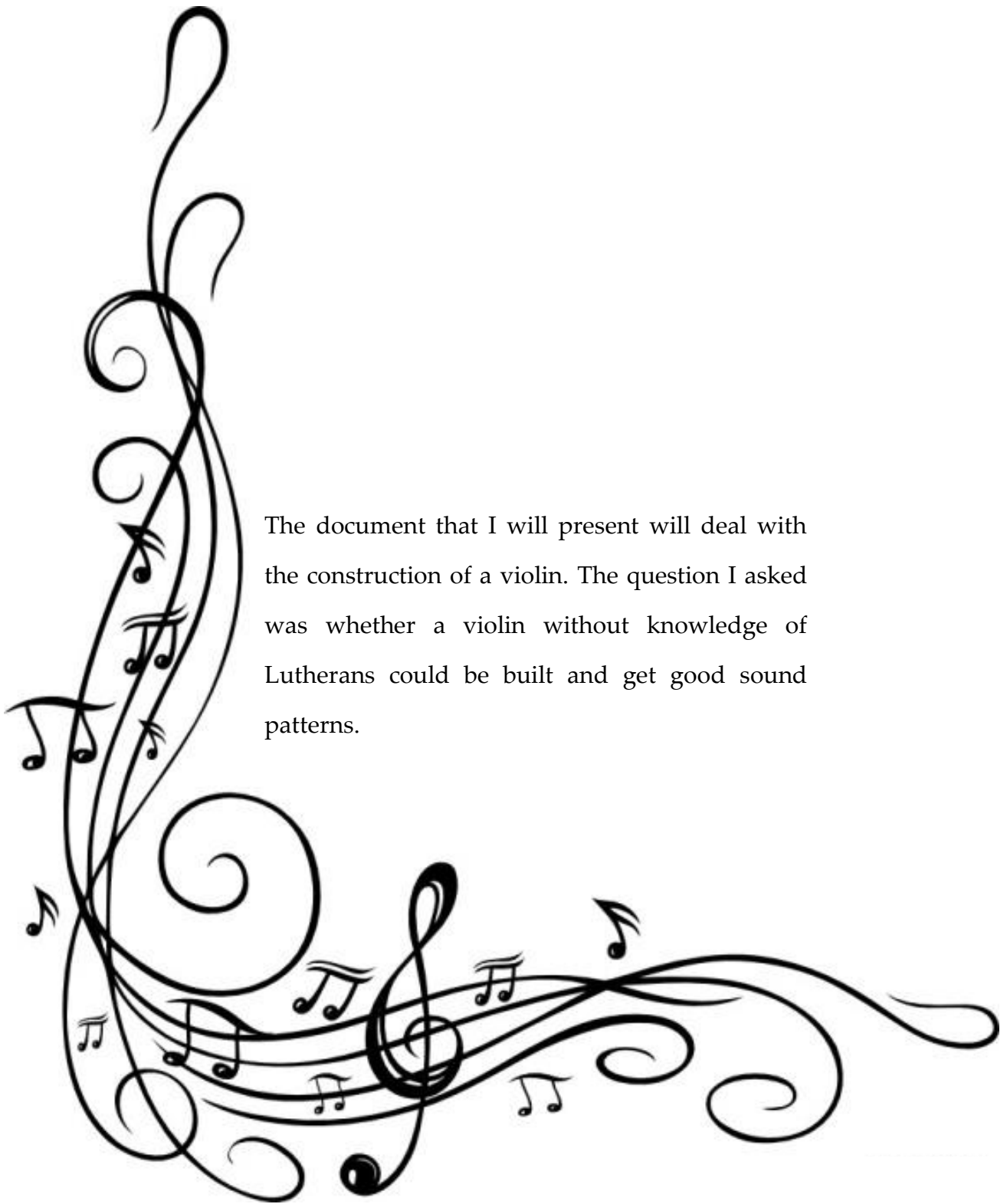
Índex

1. Introducció	1
2. Origen del violí	3
2.1 Evolució del violí	4
2.2 Evolució de l'arc del violí	6
3. Parts del violí	8
4. Parts de l'arc del violí	11
5. Sonoritat del violí	12
5.1 Vibració i propagació de les ones sonores	12
5.2 Percepció del so	14
5.3 Freqüència	14
5.4 Timbre	15
5.5 Harmònics	1
5.5.1 Harmònics naturals	1
5.5.2 Harmònics artificials	17
5.6 Volum i intensitat	1
5.7 Altura	1
6. Construcció d'un violí	20
6.1 Fusta	20
6.2 La tapa i el fons	21
6.3 Cercles i motlles	22
6.4 Les efes i la forma de les C dels cercles del cos	22
6.5 La barra harmònica	22
6.6 El mànec	23
6.7 El vernís	23
6.8 L'ànima del violí	24



7. Part pràctica	25
7.1 Construcció del violí	25
7.1.1 Compra del material	26
7.1.2 Dibuix de les peces	26
7.1.3 Làmines del mig del cos	26
7.1.4 Tapa i fons del cos	27
7.1.4.1 La barra harmònica	27
7.1.5 Mànec	27
7.1.6 Cola	28
7.1.7 Llimat de les parts encolades	28
7.1.8 Encaixament	28
7.1.9 Batedor	28
7.1.10 Alçament del batedor	29
7.1.11 Reforçament del cap del violí	29
7.1.12 Forats	29
7.1.13 Encolat	30
7.1.14 Muntatge	30
7.1.15 Vernís	30
7.1.15.1 Solució	31
7.2 Comprovació de paràmetres	33
8. Conclusions	40
9. Annexos	43
9.1 Annex 1: Interpretació d'una peça musical	43
9.2 Annex 2: Fotografies de la construcció	56
9.3 Annex 3: Esbossos del violí	61
10. Infografia	66





The document that I will present will deal with the construction of a violin. The question I asked was whether a violin without knowledge of Lutherans could be built and get good sound patterns.



1. Introducció

El treball que a continuació presentaré tracta sobre la construcció d'un violí. La pregunta que em vaig plantejar va ser si es podia construir un violí sense coneixements de luthieria i aconseguir que soni afinat i amb uns patrons d'acústica bons.

Aquest treball de recerca el vaig escollir per una raó molt personal. Toco el violí des de ben petita i sempre m'ha agradat molt fer manualitats i crear objectes mitjançant la imaginació. Per aquest motiu se'm va ocórrer plantejar-me aquest treball perquè seria la manera de fusionar les dues aficions. Vaig pensar que seria una bona idea per a saber més sobre el violí, indagar en el món de la luthieria i aprendre molts conceptes que al llarg de la meva carrera com a professional del violí m'anirien bé saber.

El que vull aconseguir és construir un violí amb fusta comprada a una botiga de bricolatge i fer la comparativa d'aquest violí amb un construït per un luthier professional, per a arribar a comprovar la meva hipòtesi. La meva idea és que sigui capaç de construir un violí prou estable amb el qual es puguin interpretar peces musicals sense problema.

El treball l'he estructurat en quatre parts:

La primera part es centra en donar una idea de l'origen del violí, descobrir d'on prové, quins eren els seus avantpassats i com ha anat evolucionant. Conèixer quins van ser els luthiers més importants segles enrere i perquè ho van ser.

La segona part tracta de les parts del violí i de l'arc i de les seves qualitats dins la física acústica. Cal esmentar que el violí és pura física. Per a poder tocar el violí correctament s'han de tenir-ne uns coneixements bàsics que molts músics els apliquen de forma intuïtiva. Per tant, aquesta part té com a objectiu explicar tots



aquest aspectes científics amb detall i explicar les qualitats del so, especialitzant-se en el violí.

A la tercera part arribem a la recerca pràctica que és la part essencial del meu treball. Aquí presento la construcció del meu violí i les comparacions amb la construcció d'un violí de luthier. Explico amb detall els passos a seguir i els aspectes que he tingut en compte.

La quarta és la comprovació dels paràmetres físics i la comparativa dels dos violins. Per una banda, he comparat la intensitat i les oscil·lacions dels violins. Per altre banda, he escrit la partitura d'una peça musical i l'he interpretat amb el violí construït, entre altres instruments. Aquesta interpretació l'he gravat i ha quedat enregistrada com un videoclip, una part més del treball.

Haig de destacar que la meva construcció ha estat completament autodidacta. He establert un esbossos pensant com podia construir el violí de manera assequible. Quan els he tingut, he construït una maqueta d'un violí de cartró a mida reduïda del que seria la meva construcció i, una vegada he vist que era possible, ho he dut a terme amb la fusta. Posteriorment a la meva construcció, he contactat amb un luthier per què m'expliqui com es construeix un violí realment.

També he pogut utilitzar el taller del meu institut per a serrar la fusta sota la supervisió d'un professor de l'àmbit de la tecnologia.



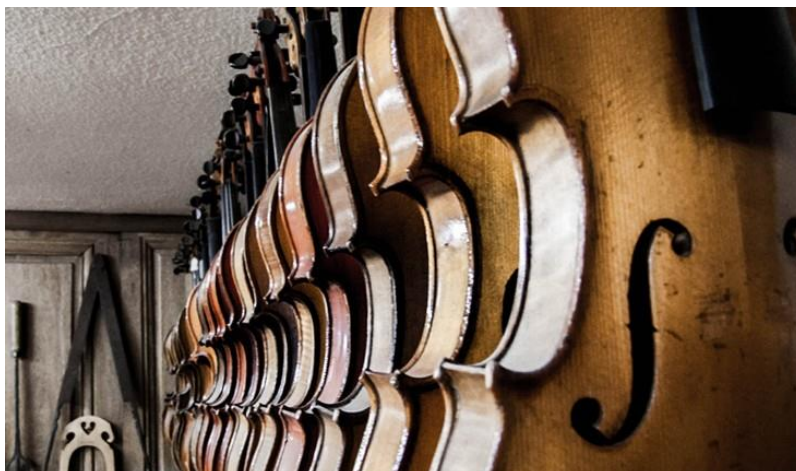
2. Origen del violí

El violí és l'instrument de corda fregada que més va costar d'acceptar com un instrument més de la música clàssica. Ningú ho diria veient que avui dia és l'instrument principal de l'orquestra simfònica.

El seu origen ens crea certa incertesa, ja que no hi ha un origen clar. Tot hi així, hi ha diversa informació verídica que ens porten a diverses hipòtesis. Antigament, el violí s'utilitzava per acompanyar balls, mentre que la viola era l'instrument amb prestigi tocada per la gent noble. El violí s'encarregava de doblar les veus de les cantants i per tant no existien partitures per a ell com a solista. Va ser així fins que *Paganini* o *Baillot* van sobresaltar les cordes agudes del violí i aquest va anar agafant molta importància.

Andrea Amati protagonitza, al 1555, la creació del primer violí de quatre cordes. Anteriorment a ell, n'existien d'altres com el rebec però de tres cordes. Cal destacar que tan aviat com es va començar a difondre, l'estima pel violí es va escampar per arreu d'Europa.

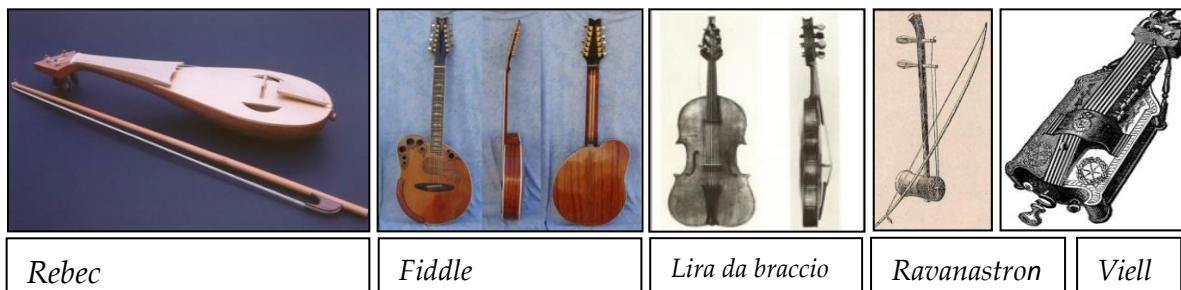
En el moment de l'aparició de la indústria, va aparèixer una nova etapa del violí. Al 1790 es va fundar la primera fàbrica de violins a *Mirecourt*. En conseqüència de la fabricació industrial del violí en comptes d'artesanal, va perdre qualitat del timbre. Més endavant, els luthiers van optar per a construir violins amb estil antic.



2.1 Evolució del violí

Els primers violins eren només de tres cordes: la, re i sol, com podem veure a la pintura de *Garofalo* de 1506 en la Sala del Tresor del Palau de *Lodovico il Moro*. La necessitat d'afegir la quarta corda mi es deu a una resposta necessària al bordó, la nota greu que acompanyava la peça musical. La primera mostra del violí de quatre cordes la trobem en el *Epitomé musical des tons, sons et accordz de Philibert Jambe-de-Fer* al 1556.

Basant-se en el *New Grove Dictionary of music and musicians*, el violí prové del *rebec*, el *fiddle* renacentista, la *lira da braccio* i la *Vielle*. S'ha arribat a dir que el violí té més de vint avantpassats. El *ravanastron* és la primera referència dels instruments de corda fregada que trobem datat 5.000 anys abans de Crist, a la Índia.



En l'antiguitat, el violí era l'instrument que tocava la gent pobre, el gitanos, els àrabs i els pastors. Aquesta gent era considerada bruta, indesitjable i perillosa i, per tant, el violí no podia ser acceptat com un altre instrument qualsevol.

La família d'instruments de corda fregada, va ser portada a Europa pels àrabs. A l'Edat mitjana, van començar a conèixer diferents instruments de corda fregada: el *rebec* i la viola medieval (*fidula*). A partir del Renaixement, aquests van evolucionar cap a la *viola da braccio*, a la primera meitat del segle XVI. De manera paral·lela, es van afegir altres variants a la *viola da braccio* com ara el mànec més prim o el batedor sense trasts.



Deixant de generalitzar en Europa, Itàlia va ser una font primària del violí gràcies a que mantenia relacions comercials amb algunes regions d'Àsia. Àsia va aportar el que van anomenar *violino*, al 1538.

Al llarg del segle XVIII, el violí va patir una sèrie de canvis reduïts al violí barroc. Aquest constava d'una barra harmònica més prima i més curta que el violí clàssic. També l'ànima era més estreta i el mànec més curt i ample. Les cordes eren de budell per obtenir un so més càlid però, per contra, es perdia la potència i causava inestabilitat a les cordes pel canvi de les condicions ambientals. El batedor es fabricava de boj i solia ser més estret i fi que a l'actualitat. En aquesta



època, era de gran prestigi la família italiana Stradivari, al capdavant d'*Antonius Stradioarius*.

A partir d'aquest moment, els luthiers han anat fent petites modificacions al violí responnent a les exigències dels violinistes.



2.2 Evolució de l'arc del violí

La seva evolució s'aprecia clarament en les diferents curvatures de la vareta i diferents sistemes de subjecció i tensió de les crines.

En l'antiguitat, l'arc consistia només en una vareta corbada que subjectava pels extrems un gruix de les crines del cavall. La vareta solia ser una branca a la que li donaven forma. Aquesta idea sobre l'arc del violí prové de l'arc amb el que es llançaven fletxes. Els intèrprets havien de subjectar les crines amb la mà dreta, ja que no hi havia subjecció al taló amb la vareta. Això provocava que no poguessin efectuar la suficient tensió a la vareta per a fer contrastos de volum.

Al segle XVII es va inventar la manera de subjectar també l'arc pel taló. Al segle XVIII apareix *François Tourte*, un rellotger dedicat a la construcció d'arcs, que va perfeccionar l'arc cap a l'arc modern. Es va dedicar a buscar una millor duresa, flexibilitat i resistència de la fusta. Va arribar fins a l'arc modern que proporcionava i proporciona una millor subjecció de l'arc.

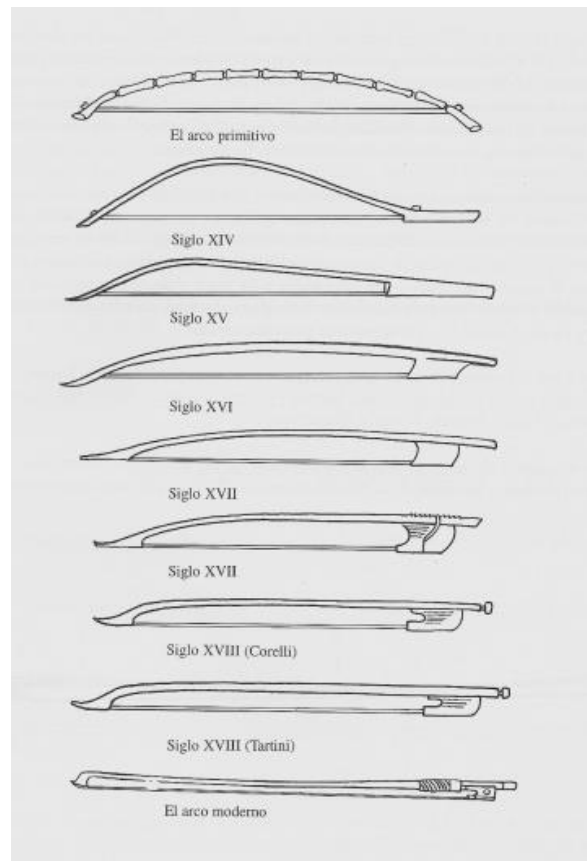
L'arc barroc consistia en una vareta amb una curvatura pronunciada. D'aquesta manera s'aconseguia un so *piano* a la punta de l'arc i un so *forte* al taló de l'arc. Es subjectava més cap al centre de l'arc que actualment i pesava entre 44 i 48 grams, menys que actualment. Això provocava una gran facilitat per a poder tocar notes molt ràpides i seguides, cosa que avui dia és més costós.

L'arc modern conté una petita curvatura però contrària a l'arc actual per a poder aconseguir una millor tensió de les crines. Avui dia, hi ha més varietat de varetes ja que poden ser de diferents materials. Poden ser: sintètiques (que són més resistents als cops), de fusta, octogonals (que solen ser més rígides i més cares) o rodones. Quanta més curvatura tingui l'arc, més *spiccato*(1) pots tocar. Solen mesurar entre 50 i 80 cm.

Spiccato: cop d'arc en el qual l'arc es fa saltar sobre la corda amb un moviment ràpid i curt perpendicular a la corda.



En aquesta imatge, es pot observar com era l'arc primitiu: la branca que simulava l'actual vareta i les certes que eren subjectades amb un simple nus a la punta i amb el dit al taló per a tensar-les. Després trobem l'arc del segle XIV, una idea completament contrària a l'arc actual. La vareta tenia la curvatura de manera inversa, cap a fora, de manera que les notes tocades al taló perdien força i eren molt fluixes mentre al taló es concentrava tota la pressió del braç i s'executava un so molt més fort. Observem que a mesura que van passant els segles, la curvatura es va minimitzant perquè se n'adonen de que si l'arc és més recte, la pressió es repartirà a tot l'arc. No és fins al segle XVI que la manera de subjecció es canvia per un cargol que graduava la tensió de les cordes. Aquesta subjecció va canviant el model de la punta ja que per a poder tensar bé, no es pot utilitzar un nus. En situem a l'època del segle XVII-XVIII on l'arc ja comença a tenir l'estructura de l'arc que coneixem, tan sols que aquest pesa menys i segueix amb la filosofia que la punta és per les notes fluixes i el taló per les fortes. A l'època barroca, la música és basada molt en deixar perdre la nota a la punta i acabar la peça amb un calderó fins que el so s'acabi. Actualment això és més complicat d'imitar perquè els arcs són diferents com podem observar a la figura. L'arc modern ja no té una curvatura cap a fora, sinó que la té cap a dins per a provocar més tensió a les cordes i transmetre la pressió a totes les parts de l'arc.



3. Parts del violí

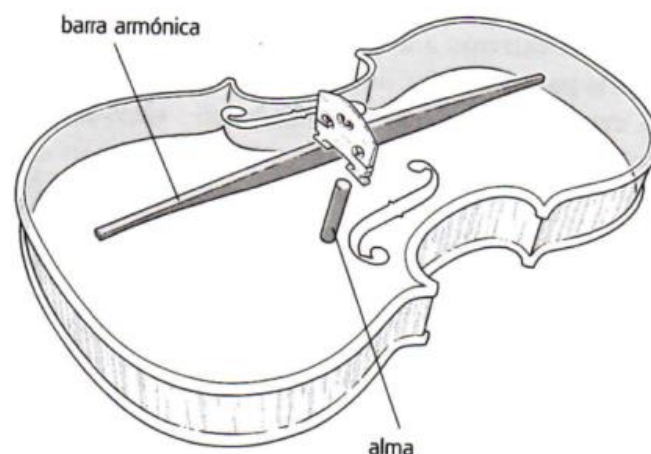
El violí és l'instrument de corda fregada més agut de la seva família. Té quatre cordes que s'afinen per intervals de cinquenes o quintes. Les cordes són sol₂, re₃, la₃ i mi₄ ordenades de més greu a més agut (2). El violí té les parts esmentades a continuació:

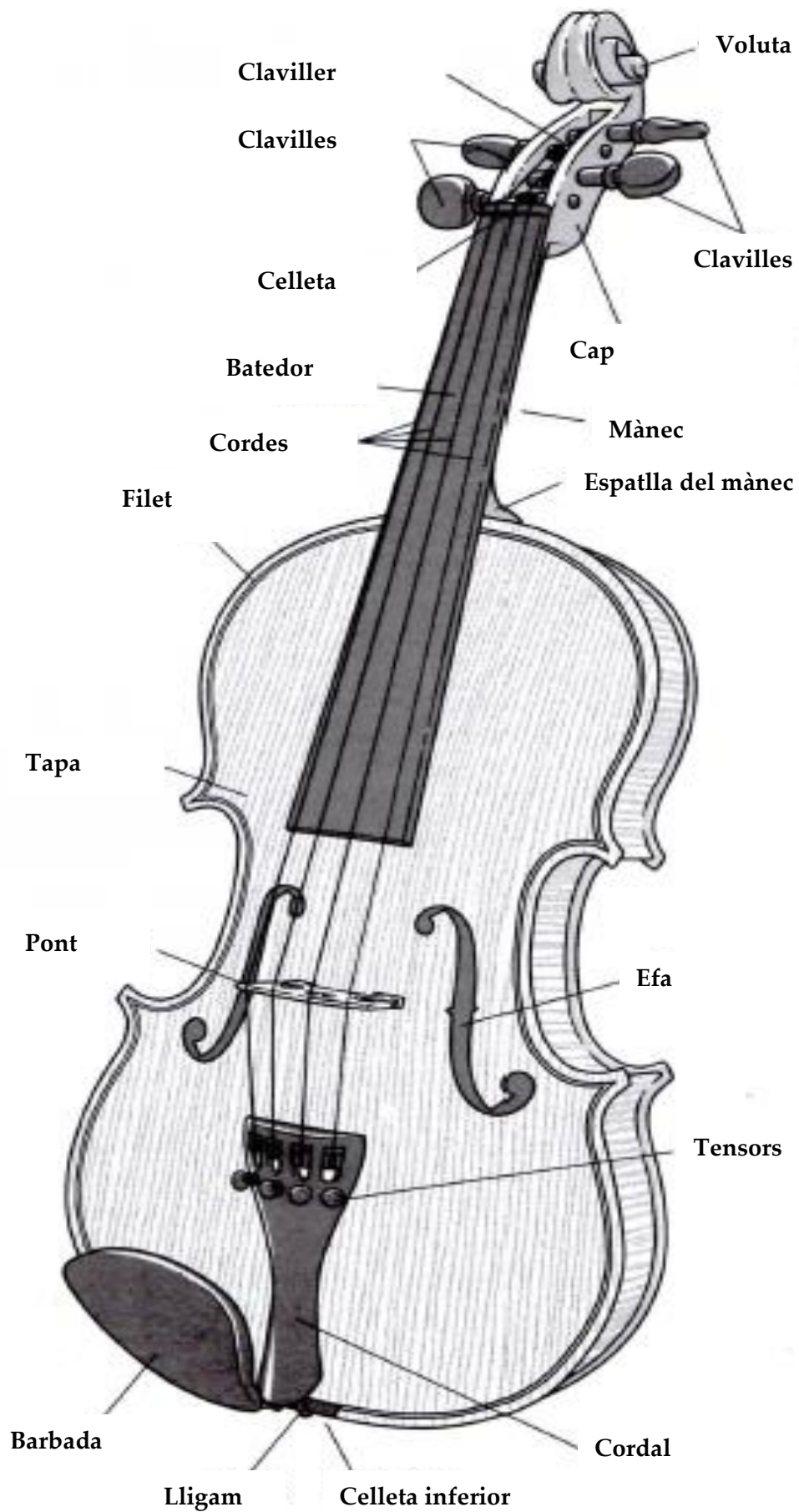
- Caixa de ressonància: Consta d'una tapa, el fons, el filet i el lateral. La tapa i el fons estan força arquejats i la tapa conté dues ranures en forma de efes. S'encarrega d'amplificar el so.
- Clavilles: Són amb el que s'afinen les cordes. N'hi ha quatre, una per a cada corda i se situen al cap del violí.
- Cap: Es situa a la part superior del violí. És únicament decoratiu i antigament s'hi dibuixava a gust del músic. Per exemple el cap d'un lleó, la cara de la persona que el tocava o d'un àngel.
- Màneg i batedor: Es situa entre el cap i la caixa del violí. El batedor és una planxa corbada fina de fusta més aviat fosca que va enganxada al màneg però n'és més llarga ja que sobresurt per sobre de la caixa. Per a fer les notes, s'han de recolzar les notes sobre el batedor. El màneg es situa sota el batedor i enganxa tant la caixa de ressonància com el cap.
- El pont: Es situa aproximadament al centre de la caixa. És una peça de fusta petita amb una forma corbada sobre la qual es recolzen les cordes. És l'encarregat de transmetre la vibració de les cordes a la caixa. No va enganxat a la tapa, té unes potes que, gràcies a la pressió que fan les cordes, el subjecten per a que no caigui.
- Cordal i tensor: Les cordes són subjectades també al cordal. Es situa a la part de baix del violí i sovint conté els tensors que són com uns cargols per afinar més precisament la corda.

(2)El número és l'índex acústic internacional que ens indica a quina alçada es troba l'escala. El do central del piano correspon a un do₃.



- Lligam, botó i celleta inferior: El cordal es subjecta al botó (situat al lateral inferior del violí) amb una peça anomenada lligam. Per a que el lligam no danyi la caixa, es posa a sota una celleta inferior per a protegir-la.
- Barbada: Serveix per a col·locar la barbata del violinista i així poder subjectar còmodament el violí.
- Coixinet: A sota, normalment es col·loca per a elevar el violí de la teva espatlla i així poder subjectar-lo millor amb la barbata.
- Ànima: Peça cilíndrica situada a l'altura del pont entre la tapa i el fons. És el que dona profunditat i transmet la vibració al fons de la tapa. Sense ella el violí no tindria ressonància.
- Barra harmònica: Es situa a la part contrària de l'ànima i va enganxada a la tapa. Serveix per a transmetre la vibració a tota la tapa i per a treure les vibracions de les notes més greus de l'instrument. Sense ella, el violí no tindria ressonància.
- L'etiqueta: Cada luthier firma el seu violí amb una etiqueta situada al fons del violí per la part interna, de manera que es vegi a través de les efes.
- Cordes: De dreta a esquerra, són les cordes mi, la, re i sol. Poden ser sintètiques, d'acer o de budell. Les de budell són les que s'utilitzaven en l'antiguitat, provoquen un so menys potent però càlid. Les sintètiques provoquen un so semblant a les de budell però són molt més estables. Per últim, les d'acer s'utilitzen per a violins elèctrics, produeixen un so molt brillant i fi, de vegades.

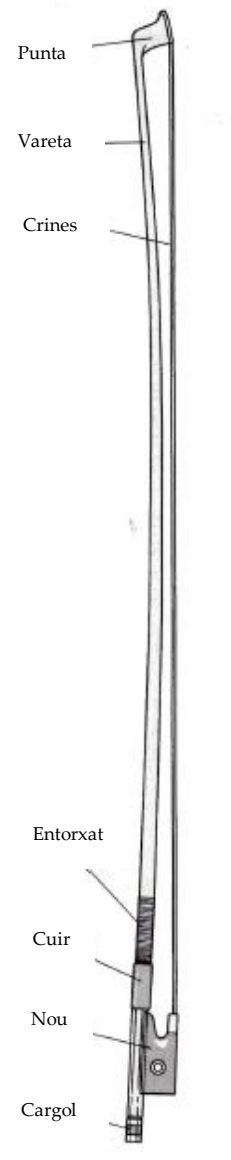




4. Parts de l'arc del violí

L'arc és una vareta de fusta estreta corbada on es poden distingir les següents parts:

- Crines: Són de crinera de cavall i cada arc en conté aproximadament 150.
- Nou: Peça situada al taló de l'arc. S'encarrega de subjectar les crines per un extrem
- Punta: És l'altre extrem de l'arc, per on es subjecten les crines també.
- Cargol: Es situa a l'extrem, del taló o serveix per a tensar i destensar les crines. Quan toques, les crines han d'estar tensades i quan deixes de tocar, s'han de destensar per a no perdre la forma arquejada de l'arc.
- Vareta: És la peça on van subjectes totes les altres. És paral·lela a les crines.
- Resina: Se'n fa ús per a que les crines friccionin correctament les cordes.
- Cuir i entorxat: Es situen a la part inferior de la vareta i serveixen per a una millor subjecció de l'arc.



5. Sonoritat del violí

Per a percebre un so, són necessàries tres condicions: Que existeixi un cos en vibració, que una ona sonora sigui transmesa fins la nostra oïda i que a través dels nostres òrgans de la audició el nostre cervell experimenti una sensació del so.

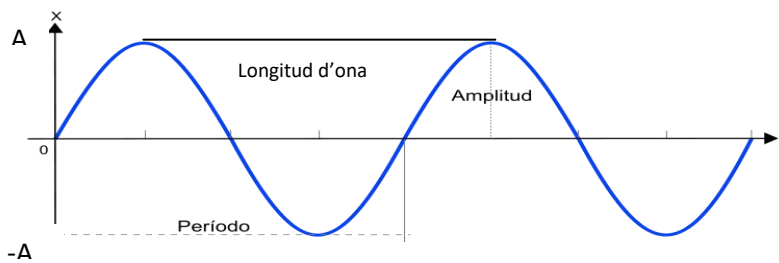
5.1 Vibració i propagació de les ones sonores

Un cos, segons la física, és tot allò que ocupa un lloc en l'espai. Per aquesta raó, els cossos estan formats per matèries o substàncies anomenades partícules. Les partícules de matèria d'una mida infinitament petita, s'anomenen molècules. Aquestes molècules són les que diem que constitueixen un cos, i es poden trobar de diferents maneres. Si les partícules es troben molt separades i amb unes forces d'atracció molt petites, direm que constitueixen un cos gasós. Si les partícules es troben en unes distàncies determinades i de manera ordenada, direm que constitueixen un cos líquid. Si les partícules es troben juntes, direm que constitueixen un cos sòlid.

El so que produeix el violí, com qualsevol focus emissor, és una ona mecànica longitudinal que es pot transmetre a través d'un sòlid, líquid o gas. En aquest cas, el so del violí es transmet a través d'un gas, l'aire. Aquest es produeix per la vibració del focus, la corda, que es transmet a les molècules del seu voltant formant així una sèrie de dilatacions i contraccions del volum del gas les quals es van transmetent longitudinalment a causa dels xocs entre les molècules. La vibració és la propagació de les ones elàstiques produint deformacions sobre una posició d'equilibri. Aquesta posició d'equilibri comporta l'elongació nul·la (els nodes de l'ona) i, per contra, existeixen els ventres de l'ona que es dona quan existeix la màxima amplitud (A), que és la longitud màxima de separació del cos respecte de la posició d'equilibri. El moviment que un cos avança i retrocedeix sobre la mateixa trajectòria fins tornar al punt de sortida és el que anomenem una



oscil·lació o vibració, que ve representat pel moviment descrit durant el temps d'un període. Quan això es produeix a gran velocitat, en diem moviment vibratori o ondulatori. Cal esmentar que en un moviment ondulatori no hi ha transmissió de matèria, sinó només de quantitat de moviment i energia. Aquestes dues, es transmeten mitjançant ones de propagació que s'inicien en el que anomenem focus emissor, el conjunt de partícules del medi material on s'inicia la pertorbació.



Un cos pot vibrar tant sigui líquid, sòlid o gasós. Tant sols s'ha de permetre que tingui elasticitat, és a dir, que sigui capaç de recuperar la seva forma original davant una deformació. També necessiten una força mecànica que inici el seu moviment. En el violí, aquesta força mecànica la produeix el fregament de les crines de l'arc, que contenen unes arestes molt petites que actuen com a serra per les cordes. L'ona vibratòria que es produeix, seria infinita si no actués cap força de fregament, però, en estar en contacte amb l'aire, es dissipa. És el que també li passa a la corda si l'arc s'atura. Això és el que anomenem oscil·lacions amortides.

En l'àmbit de la música, la vibració de la corda produeix un so característic. Depenent de l'ona que s'obté a través de l'oscil·loscopi, podem determinar el timbre, el to i la intensitat:

- Podem analitzar la seva intensitat (si es tracta d'un so *forte* o *piano*) depenent de l'alçada de l'ona.
- Podem saber l'altura del so (si es tracta d'un so agut o greu) depenent de l'amplitud de l'ona.
- Podem saber el timbre de l'ona depenent del seu dibuix.

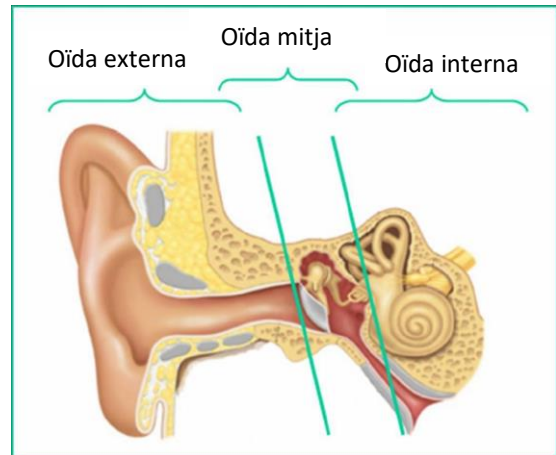


5.2 Percepció del so

L'oïda es divideix en tres sectors: l'extern, el mitjà i l'intern.

L'oïda externa està formada pel pavelló auricular, que recull i concentra les ones de l'aire que li arriben pel conducte auditiu.

L'oïda mitja es situa a continuació de la membrana timpànica. S'encarrega d'aconseguir l'equilibri de la pressió de l'aire gràcies a la trompa de Eustaqui, per a que es pugui fer la vibració del timpà.



L'oïda interna és l'encarregada de transformar l'energia mecànica en impulsos elèctrics que el nervi auditiu condueix al cervell. Una vegada al cervell percebem la sensació del so.

5.3 Freqüència

La freqüència és el número d'oscil·lacions que efectua un mòbil per segon, per tant és la magnitud inversa del període. El to i l'altura del so del violí serà més agut o més greu depenent de la freqüència. Com més elevada sigui la freqüència, més agut serà el so. La unitat de mesura en el SI de la freqüència és l'hertz (Hz; vibracions per segon= s⁻¹). S'obté de l'expressió: $f=1/T$

El número de vibracions d'un so musical és el que denominem, en notació musical, una nota, és a dir, el to. La nota "la₃", que és la que fem servir per afinar els instruments, correspon amb el nivell absolut d'altura dels tons i té 440 Hz. Les octaves es produeixen quan el número d'oscil·lacions d'una nota és exactament el doble que les de l'altre. Per tant, l'octava superior del La de 440 Hz, serà de 880Hz (La₄). Consecutivament, podem anar formant l'escala musical.



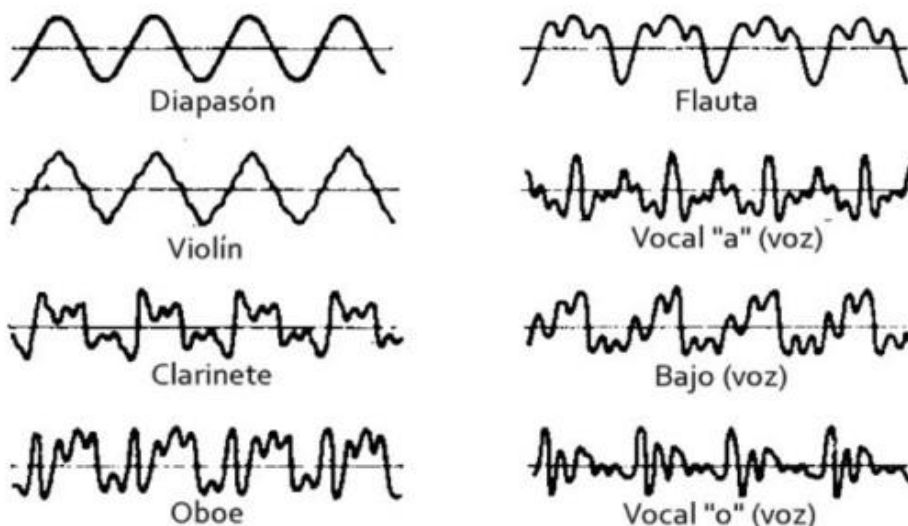
Pitàgores, 500 anys a.C, va establir l'escala diatònica de set sons, basada en la sèrie de quintes, segons les relacions matemàtiques. Una altre tipus d'escala és la uniformement temperada, on hi ha 12 intervals iguals a un semitò dins de cada octava. Els intervals d'un semitò, mantenen sempre la distància d'1,05946, és a dir, el semitò superior és 1,05946 vegades major que l'inferior. Per la mateixa raó, els intervals d'un to mantenen la distància de 1,12245. S'agafa l'escala que conté 12 semitons i es divideix entre ells.

La freqüència de les notes de l'escala del do3 corresponen a:

Do3 = 261,6 Hz.	Fa3 = 349,2 Hz.	Si3 = 493,9 Hz.
Re3 = 293,7Hz.	Sol3 = 392,0 Hz.	Do4 = 523,2 Hz.
Mi3 = 329,6 Hz.	La3 = 440- Hz.	

5.4 Timbre

El timbre és la qualitat del so que determina quina és la font sonora. És diferent per a cada instrument. Físicament, és l'espectre de freqüència. D'aquesta manera ens fan saber amb els ulls tancats quin instrument està projectant aquella nota. Per altre banda, depenent l'oscil·lació que projecta, també el podem identificar.



El timbre depèn del nombre d'harmònics que tingui l'instrument. Per aquesta raó, trobem violins que sonen diferents, essent el mateix instrument. Tot depèn dels materials utilitzats, del procediment de construcció, de les característiques de la caixa de ressonància, les mesures de la barra harmònica o la capacitat que les fustes del violí tinguin per a vibrar.

5.5 Els harmònics

Els harmònics són els modes de vibració d'una ona estacionària, és a dir, les diferents formes que pot adoptar l'ona estacionària que són finites ja que hi ha una limitació sobre la longitud d'ona que s'origina. L'únic instrument capaç de generar una funció sinusoidal pura és el diapasó, que produeix un so simple sense capacitat d'harmònics. En canvi tots els altres sons produeixen un so complex amb multitud d'harmònics secundaris que fan determinar el timbre.

Un cos sonor, quan vibra, fa sentir un so principal, que anomenem fonamental i és el que dona nom a la nota, i uns altres sons secundaris anomenats harmònics i corresponen a la sèrie harmònica o concomitants. En el cas del violí, quan la corda comença a vibrar, escoltem la nota fonamental, però darrere d'ella s'hi troben una sèrie de sons que donen explicació a la formació dels acords.



Els dos primers sons de la sèrie harmònica, corresponen a un interval (3) de 8a justa. Els tres primers produeixen un interval de 5a justa i els cinc primers ja formen el primer acord perfecte major, 3a major i 5a justa.

(3)Un interval és la diferència d'altura entre dues notes.



5.5.1 Harmònics naturals

Són llocs a les cordes on aquesta vibra de tal manera que proporciona un so característic. La corda té una llargària específica, que es limita pels anomenats nodes, així quan nosaltres passem l'arc en la corda, sona una freqüència (altura) determinada. De la mateixa manera, si nosaltres amb el dit limitem la corda per exemple per la meitat, s'emetrà una altre freqüència relacionada amb la corda a l'aire.

En una corda, el primer harmònic correspon a l'octava de la corda a l'aire. El segon harmònic, a l'octava del primer harmònic. El tercer correspon a una quinta superior a l'octava del segon harmònic. El quart fa l'octava de la quinta. El cinquè fa una tercera superior del quart harmònic i així successivament. Aquest ordre correspon a la sèrie d'harmònics anomenada anteriorment. Aquesta capacitat d'harmònic és natural. No hem forçat la corda per a produir-los, és a dir, ens estem referint sempre a les cordes a l'aire. Per això reben el nom d'harmònics naturals.



5.5.2 Harmònics artificials

També existeixen els harmònics artificials que són els que ens ajuden a fer harmònics sobre qualsevol nota i així poder fer notes successives. Aquestes es produeixen col·locant el primer dit a la nota que vols que s'harmonitzi i el quart dit només tocant la corda sense pressionar. Aquesta manera de produir harmònics al violí, ja no segueix la sèrie harmònica perquè estem alterant la naturalesa del so.

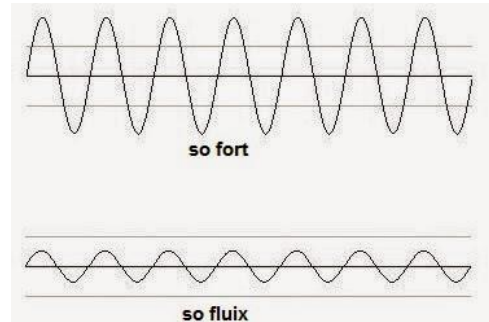


Manera d'indicar els harmònics en una partitura.



5.6 Volum i intensitat

El volum és la percepció sonora que l'home rep de la potència d'un so determinat i la qualitat que ens fa determinar si un so és fort i dèbil. L'oïda humana és sensible als sons amb una freqüència d'entre 20Hz i 20.000Hz aprox. tenint en compte que la capacitat auditiva disminueix amb l'edat. Les unitats del SI de la intensitat són els decibels (dB)

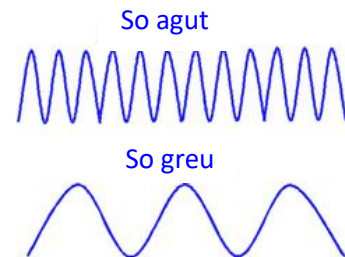


Com més estreta sigui l'amplitud d'ona, més fluix serà el so. Pel contrari, com més ampla sigui l'amplitud d'ona, més fort serà el so.

En el violí, el volum depèn del cos de l'instrument, és a dir, del tipus de fusta i la capacitat que tingui per a amplificar el so. També del pont, de la col·locació de l'ànima, de les cordes utilitzades i de la força aplicada amb l'arc, entre altres coses.

5.7 Altura

L'altura d'un so ve determinada pel número d'oscil·lacions per segon, és a dir, per la freqüència de vibració de l'ona. Com més aguda sigui la nota percebuda, més ràpida vibrarà l'ona i, per tant, tindrà una freqüència major. Com més greu sigui la nota percebuda, menys freqüència tindrà.



Podem distingir dos tipus d'instruments: els de so determinat i els de so indeterminat. Hi ha sons que vibren de forma regular i per tant és fàcil distingir el to, com el cas dels instruments de so determinat com el violí. No obstant això, hi ha sons que contenen una vibració irregular i ens és molt difícil poder distingir un to com el cas del triangle o la caixa, dos instruments de so indeterminat.



Com més llarga sigui una corda, més greu serà el so. També com més gruixuda sigui, més greu sonarà. En el violí es poden emetre diferents notes amb cada corda només pressionant amb el dit sobre ella, a mesura que vagis provocant de manera voluntària un escurçament de la corda vibrant, més agut sonarà. Com major sigui la tensió de la corda, més ràpida serà la seva vibració i per tant més agut serà el so.



6. Construcció d'un violí

La lutheria no ha evolucionat molt al llarg del temps, construir un violí és un procés molt llarg que requereix constància. Encara s'utilitzen les mateixes eines que s'utilitzaven antigament. Els luthiers són les persones que dediquen a construir violins a mà, és la seva professió. Cada luthier els fa a la seva manera i aconseguen que el violí tingui, depenent el procés de fabricació, una qualitat de so diferent.

Hi ha certs aspectes que s'han de tenir presents a l'hora de fabricar un violí. El tipus de fusta és molt important. Ha de tenir un assecat adequat. Per exemple, l'abet o l'auró necessiten 5-10 anys d'assecatge. L'extracció de la fusta ha de ser d'una manera específica. Així aconseguim que la fusta no es mogui i es desenvolupi una sonoritat d'una inferior qualitat. Els violins es poden fer en fàbriques o a mà.

6.1 La fusta

La fusta d'abet s'utilitza per la tapa, la barra harmònica, els cercles i l'ànima. La fusta d'auró s'utilitza pel fons, el mànec, els cercles, els contra cercles i els filets. El pont està fet de plàtan fals. El banús s'utilitza per les clavilles, el batidor, el cordal, el botó i els filets. Per últim s'utilitza també boj i palissandre per a les clavilles, el cordal i el botó.

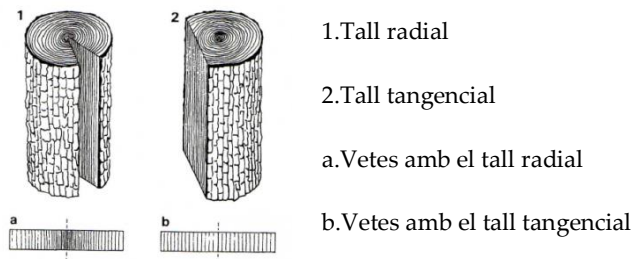
La dessecació de la fusta és molt important per a la seva qualitat. A través de la dessecació, augmenta la seva proporció de zones cristal·lines respecte les zones amorfes en la seva estructura cel·lular. Consisteix o bé en extreure les fustes ja seques d'arbres que han sigut tallats en la època correcta o bé extreure-les sense assecar del tot i deixar-les que madurin i s'assequin a l'aire lliure.



La fusta de la tapa i del fons han de complir una sèrie de característiques per a la seva ressonància, com per exemple que siguin homogènies, que tinguin una densitat regular, que siguin resistents a la flexió i la torsió...

La fusta de millor qualitat s'extreu de les zones baixes dels Alps, on hi ha unes característiques solars que proporcionen un creixement dels arbres dilatat que augmenta la longitud de les vetes.

Hi ha dos tipus de tall dels arbres: de manera tangencial o de manera radial. En el tall radial, les dues peces de la tapa s'extreuen contigües per a obtenir les vetes simètriques. Així s'observa que en els extrems les vetes estan més separades i en la part interna més juntes. En el tall tangencial, les vetes estan més uniformement juntes en tota la superfície.



6.2 La tapa i el fons

Provenen d'un tronc que es talla en quarts. Amb quatre trossos de fusta s'aconsegueix fer el fons i la tapa simètrics. La tapa està formada per dos trossos encolats i el fons els altres dos. Tant una com l'altre no són rectes, tenen una curvatura que es fa manualment rebaixant el tros de fusta. El gruix de cada part de la tapa o del fons no és igual a tota la superfície. El luthier sap a quines zones ha de ser més gruixut per a millorar el so i amb els formons, raspalls, motlles i calibradors del grossor s'aconsegueix. El luthier va raspant i extraient l'excés de grossor fins arribar a la mesura justa. No es poden passar al rebaixar ja que provocarien que no sortís correctament el harmònics de l'instrument.



6.3 Cercles i motlles

Per altre part el luthier té uns motlles fets per ell amb el qual fabrica els cercols del violí i els cantons. El motlle té tres parts per a cada hemisferi que encaixen perfectament. A aquests s'emmotlla una fusta d'auró



al seu contorn que, amb ajuda de calor i humitat, s'acomoden a la forma del motlle i va la silueta del violí. Els cercles són de 3 cm d'altura i uneixen la tapa i el fons. Si augmentem aquesta altura provocarem un so sord a causa de l'excés volum d'aire a l'interior de la caixa de ressonància.

6.4 Las efes i la forma de les C dels cercles del cos.

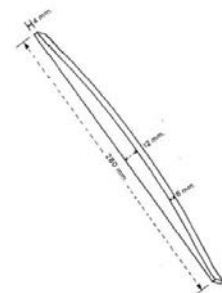
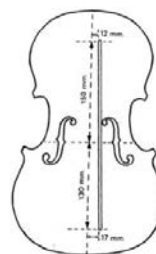
També tenen una plantilla sobre la qual es dibuixen. Es fan manualment amb unes serres i limes especials a la tapa també amb motlles. La forma que trobem normalment als violins és la que observem a la fotografia però no ha de ser obligatòriament així, és decoratiu i es pot fer la forma que es vulgui.



La C dels cercols està formada expressament així per a que l'arc pugui desplaçar-se sense problema en totes les cordes. No és decoratiu així com les efes i la voluta/cap del violí.

6.5 La barra harmònica

Va encolada al dors de la tapa. És un llistó de fusta d'avet col·locat en sentit longitudinal. Depenent de la curvatura que tingui la tapa, la barra harmònica serà d'una manera o d'una altre, ja que ha d'encaixar perfectament amb ella. Per a cada violí és diferent.



6.6 El mànec

La part del mànec i el cap es fan d'una sola peça a partir d'un altre tros de fusta d'auró.

En la part superior està la voluta que, per pròpia ornamentació, té forma d'espiral amb un botó sortit als costats.



El claviller conté les clavilles amb l'ordre la, re, mi, sol (de dalt cap a baix). Les clavilles han de ser còmodes i fàcils de moure per a poder afinar, normalment tenen una petita curvatura per a poder posar la base del dit.

El mànec encaixa al cos del violí com si fos un trencaclosques. El luthier s'encarrega de que encaixin perfectament amb molta precisió per a que no es desnivellin.

6.7 El vernís

Quan el violí està sense envernissar se'n diu "violí blanc". Abans d'aplicar-li el vernís, s'ha d'allisar molt bé per a que el vernís no entri als porus de la fusta i s'ha de sotmetre a un període de preparació.

El vernís el solen fabricar els mateixos luthiers, és el major secret d'un fabricant de violins. Probablement és perquè els vernissos que s'utilitzaven en aquell temps ja no existeixen en



l'actualitat. Aleshores els luthiers es veuen obligats a enginyar-se-les com sigui per a millorar el seu violí i fer-lo millor que la competència. Han de ser elàstics, sòlids i transparents. La elasticitat permet que la fusta pugui vibrar lliurement. La solidesa augmenta la funció protectora i conserva millor la fusta. La transparència embelleix la textura del vernís i accentua les qualitats del color. El vernís està compost per oli, base de llinosa o nous, alcohol, resines, goma i colors vegetals entre altres coses.



L'aplicació del vernís no és gens senzilla. Primer la capa de base que s'efectua utilitzant clara d'ou. Després s'ha de polir molt bé amb un rascador molt fi. A sobre d'aquesta capa, s'aplica el vernís a base d'alcohol i després de cada capa es poleix molt bé després d'haver deixat que s'assequi. El vernís no ha de comportar un gruix al violí ja que pot impedir la seva vibració. Per a aplicar el vernís s'utilitzen pinzells plans de 3cm d'ample. El procés s'ha d'efectuar lentament i sense fer molta pressió sobre el violí.

6.8 L'ànima del violí

Té un diàmetre de 6 mm i depèn del gruix de la tapa i el fons. S'afegeix una vegada enganxat tot el cos a través de les efes, concretament la efa dreta. Utilitza una eina especial anomenada posicionador i, a través del forat on se situa el cordal, es mira si està recta o no. No va pas encolada per cap lloc, es col·loca i queda subjectada a pressió. El posicionador d'ànimes és un instrument metàl·lic de 23 cm amb una punta afilada per on es clava l'ànima per a subjectar-la i poder-la introduir a l'interior del violí. Segons on es col·loqui l'ànima obtindrem un so o un altre:



Posicionador d'ànimes

- A prop del batedor: obtindrem un so brillant i directe.
- Lluny del batedor: obtindrem un so amb més matisos.
- Cap al centre: disminueix les freqüències més baixes.
- Cap a fora: el so és més brillant a les cordes altes.



7. Part pràctica

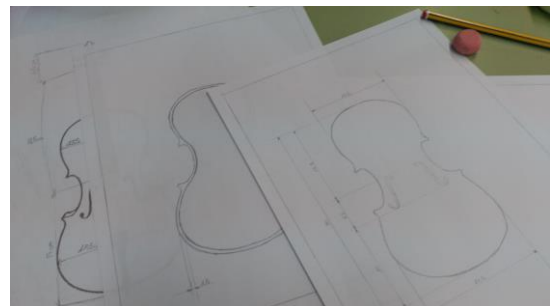
7.1 Construcció del violí

Per a poder construir el violí, vaig decidir fer un treball previ. Vaig dissenyar, a la meua manera, com podia construir el violí. Vaig pensar com fer per a poder encaixar totes les parts del violí sense pèrdua de so i vaig dissenyar un esborrany dels esbossos.

Una vegada vaig tenir l'esborrany fet, vaig construir un violí de cartró a mida reduïda. Volia comprovar si realment la idea que tenia al cap era bona. Al veure que sí es podia dur a terme, vaig dissenyar els esbossos reals.

Els esbossos els vaig fer seguint les mides del meu violí. Vaig anar mesurant les diferents parts i distàncies per a aconseguir construir-ne un amb les mesures adequades.

El meu plantejament va ser fer per una part la caixa de ressonància i per l'altre el mànec de tal manera que després encaixessin. La caixa de ressonància vaig decidir fer-la per capes, làmines



col·locades horitzontalment fins a obtenir el gruix del violí. La tapa fer-la recte, encara que els violins realment tenen una curvatura. Les efes fer-les més senzilles que el disseny habitual. Antigament existien efes de moltes formes, ara s'ha normalitzat en aquesta efa característica. El mànec vaig decidir fer-lo col·locant làmines també i fer el gruix que pertoca. La part de les clavilles fer-la seguida del mànec, tot d'una peça.



7.1.1 Compra del material

El dia catorze de juny vaig iniciar la construcció. Vaig anar a comprar el material. A tall d'exemple, la fusta i la cola. Altre material com els cargols, el sergents, la serra de marqueteria i d'altres em serien prestats. La fusta que vaig comprar van ser tres taulells de contraxapat: un de 80x40x0,5cm i dos de 60x30x1cm.

7.1.2 Dibuix de les peces

Una vegada comprades les fustes, vaig calcar sobre elles unes plantilles dissenyades anteriorment. Vaig decidir que per a la tapa i el fons utilitzaria el taulell de 0,5 de gruix i que per a les capes del mig utilitzaria el gruixut d'1cm per a no haver de fer tantes làmines. Amb dos n'era suficient.

Després, per la part del mànec, utilitzaria el mateix sistema: per a les lamines exteriors utilitzaria el taulell prim i per a les interiors utilitzaria dos del gruixut. Vaig optar per utilitzar paper mil·limetrat per a fer les plantilles a mida real ja que d'aquesta manera aniria molt més ràpid i seria més senzill traçar el dibuix a la fusta.

7.1.3 Làmines del mig del cos

Vaig decidir començar per aquestes parts ja que pensava que serien les més complicades de fer. La idea inicial era fer forats consecutius a la part interna amb un trepant, després, quan em quedés una seqüència de forats, donar-li un cop per a que surtis la part retallada i llimar-ho. Vaig començar així però em vaig adonar que fent només alguns forats en zones estratègiques podia ficar la serra de marqueteria i fer el tros fins arribar al següent forat. D'aquesta manera era molt més fàcil, ràpid i segur ja que no patia per si es trencava la fusta al donar el cop.



7.1.4 Tapa i fons del cos

La tapa i el fons els vaig serrar també amb la serra de marqueteria. Poc a poc i amb compte vaig intentar aproximar-me el màxim a la línia per a després no haver de llimar tant.

Per a serrar les efes de la tapa, vaig dibuixar una i vaig serrar-la a l'arran de la línia. A continuació la vaig calcar a la mateixa altura a l'altre costat. Així vaig aconseguir que les dues fossin simètriques. Per a subjectar la fusta vaig utilitzar sergents i petites fustes per a que la fusta bona no quedés senyalada.

7.1.4.1 La barra harmònica

A la tapa anava situada la barra harmònica. Per a ella vaig utilitzar un llistó de fusta rectangular d'1x1cm. Vaig calcular a on exactament havia d'anar encolat i vaig mesurar la distància d'aquesta prenent com a referència les mesures extrems dels esbossos. La vaig enganxar amb cola blanca i vaig posar pes a sobre per fer pressió entre les peces.

7.1.5 Mànec

Aquesta part, m'atreveixo a dir que era la més complicada, ja que havia de girar la serra amb molta precisió. La primera vegada se'm va trencar la serra, ja que no l'havia utilitzada mai. Tot i així, a la segona, poc a poc i amb paciència, vaig anar recorrent tot el contorn de la peça.

En un principi, els esbossos estaven pensats per a fer tot el mànec d'una sola peça, però em vaig adonar que si feia el batedor per separat li podia donar forma arrodonida més fàcilment. Així que vaig retocar els esbossos i les plantilles. D'aquesta manera quedava millor i no em seria tan difícil de tocar ja que seria una sola fusta, no fustes encolades.



7.1.6 Encolat

Quan vaig tenir les dues peces internes del cos del violí ben llimades, les vaig enganxar per a poder-les llimar juntes. També vaig enganxar les dues peces del mànec per la mateixa raó. Seguidament, vaig enganxar les dues parts del mànec internes amb les externes. Haig de destacar, que totes les parts han de quedar molt ben enganxades. En especial la part que fa de caixa de ressonància ha d'estar enganxat sense cap forat, per petit que sigui, per a que l'aire no es pugui escapar.



7.1.7 Llimat de les parts encolades

Una vegada tenia les parts encolades, les vaig llimar per a donar-li un acabat bonic. Vaig utilitzar el cargol de guia per a deixar-les a la mateixa mesura. Vaig treure l'excés de pegament i les vaig deixar a punt per enganxar-les entre elles.

7.1.8 Encaixament

El mànec al cos va encaixat per un orifici en la part anterior de la làmina interna. Ho vaig pensar així ja que si simplement les encolava, corria el risc de que amb la força tensió de les cordes es tombés. Si encaixava en mànec a l'interior de la caixa de ressonància, hi hauria una força d'acció-reacció de la fusta contra el mànec i evitaria que es tombés. Quan vaig tenir el mànec acabat de llimar, per a poder tenir la mida exacta, vaig prendre la mesura i vaig tallar el tros de la part de sota de la làmina per a que pogués encaixar correctament sense cap sortida d'aire al tocar. Vaig tenir en compte que el pegament també fa una mica de gruix a l'hora d'enganxar.

7.1.9 Batedor

Per a fer el batedor vaig utilitzar un rectangle de fusta d'un cm de gruix i el vaig anar rebaixant pels cantons arrodonint-la. Per a fer la celleta, que ha d'estar una mica més elevada pel recolzament de les cordes, vaig utilitzar una altre fusta, molt



dura i prima, i li vaig donar la mateixa forma arrodonida del batedor però 2 mm més alt.

7.1.10 Alçament del batedor

Em vaig adonar de que el batedor quedava massa recte i a prop de la tapa. Les cordes quedaven massa separades del batedor. Per aquest motiu, vaig posar una cunya a la part interna amb la intenció d'aixecar-lo i que quedés a prop de l'altura del pont i les cordes.

7.1.11 Reforçament del cap del violí

Per a fer més fort la part on van a pressió les clavilles, vaig posar una fusta molt prima i molt dura als cantons del cap. D'aquesta manera, al fer els forats no quedaria deformada ni al posar les cordes, per la tensió, es trencaria.

7.1.12 Forats

Amb l'ajuda d'un trepant, vaig fer els forats de les clavilles. Primer vaig mesurar la clavilla per l'extrem petit, ja que té forma cònica, i vaig determinar cap a quin cantó aniria cadascuna. Una vegada ho vaig decidir, vaig fer els forats. Després, per l'extrem que havia d'entrar la clavilla, vaig ampliar una mica el forat per a que podés entrar fins al fons. Vaig fer el mateix amb les quatre.

També vaig haver de fer un petit forat al centre de cada clavilla per a que pogués passar cada corda. Vaig mesurar la corda més ampla, la sol, i vaig fer els quatre forats a una mida una mica més gran que aquella.



A part del cap, també vaig fer un forat a on va el cordal. Vaig utilitzar el mateix sistema, vaig mesurar el botó i vaig fer el forat amb un trepant de paret.



7.1.13 Encolat

Una vegada vaig tenir totes aquestes peces, les vaig anar encolant. Per la part de la cunya, les fustetes del cap i la fusta del principi del batedor, vaig utilitzar cola blanca en comptes de l'altre.

Una vegada sec, vaig encolar el batedor amb el cos. Vaig haver de mirar amb deteniment que el batedor quedés recte per a una bona execució del violí.

Per altre part, una vegada va estar seca la part anterior, vaig encolar tot el violí. Vaig encolar la part del cos, tenint en compte que havia de posar l'ànima a dins. Vaig mesurar, muntant el violí, és a dir, posant les cordes i els cordals, a quina altura aniria el pont i a partir d'allà vaig determinar a on aniria l'ànima. Com que és plana pels extrems, la vaig col·locar a sobre del fons del violí i la vaig llimar a l'altura exacta per a que en posar la tapa quedés premsada i no es mogués. Així vaig enganxar la tapa i l'ànima va quedar a dins sense moure's.

7.1.14 Muntatge

Vaig deixar passar uns dies per a que estigues tot ben enganxat i quan ho vaig veure oportú, el vaig muntar. El muntatge és com qualsevol altre violí i com ja havia col·locat cordes al meu violí anteriorment no em va ser complicat.

7.1.15 Vernís

Una vegada vaig fer les comprovacions del violí sense envernissar, vaig envernissar-lo per a poder comparar el so dels dos

Per una qüestió personal, vagi escollir un vernís color caoba. Primer vaig tornar a polir el violí per a eliminar porus i d'altres. Després vagi donar-li una capa de vernís amb una brotxa per tota la part externa, per dins no. S'havia de deixar assecar vuit hores com a mínim per a que la fusta absorbís bé el vernís.



A l'endemà vaig donar-li una segona capa, ja que a mesura que vas afegint capes, va pujant el color caoba i quedà més protegit i resistent. Vaig tornar a polir-lo i li vaig començar a donar una altre capa. Amb la mala sort que per una mala subjecció del pal que sostenia el violí a l'aire per a que pogués envernissar-ho per totes bandes, es va trencar el pal i el violí va caure al terra. Es va trencar. En un moment de desesperació el vaig agafar corrents i el vernís, encara moll, va quedar tot tacat. El violí es va trencar en dos, de manera bastant neta, va quedar per una part la caixa de ressonància i per altre part el mànec, encara podria haver sigut pitjor.

7.1.15.1 Solució

Vaig pensar varies solucions, fer dos forats per la part trencada i posar dos tubs de fusta per a unir les dues parts altre cop, encolar-ho directament, reforçar la part de subjecció, tornar-ho a fer...

Unes opcions eren més lògiques que d'altres i vaig escollir enganxar-ho amb la cola que havia utilitzat anteriorment, que és molt forta. Per a tal que quedés ben compacte, vaig afegir tres llistons de fusta al voltant del mànec per la part que s'enganxa a la caixa de ressonància, dos als cantons i un darrere. També vaig afegir una per la part de sota del batedor ja que patia que per la tensió de les cordes es trenqués.

Gràcies a aquesta ruptura vaig poder ficar una petita peça de fusta entre el mànec i la caixa de ressonància per a que quedés el batedor més aixecat, ja que el batedor del violí anterior havia quedat massa separat de les cordes.

Vaig esperar a que assequés bé i al cap d'uns quants dies el vaig muntar. Em va donar temps a fer una fotografia i poc més, perquè que al cap de segons, es va desenganxar. La tensió de les cordes és molt elevada i la cola no va aguantar.



Vaig pensar una altre solució, foradar tant el mànec i la caixa de ressonància per a col·locar dos tubs cilíndrics de crivella, una fusta molt dura, per a fer resistència per a que el mànec no és tombés. Amb l'ajuda d'un fuster, ho vaig poder fer. Em va facilitar



maquinària i em va ajudar a fer-ho, ja que considerava que podia ser perillós per a mi. Va fer un forat que quadrés tant a la caixa com al mànec de tal manera que posant una fusta al forat quedessin les dues parts immòbils i ven fortament enganxades l'una amb l'altre. Entre elles va posar una peça de crivella molt dura per a que la tensió de les cordes no provoques que el mànec es doblegués ni es mogués de cap manera. Entre elles va aplicar epòxid, una cola molt forta, per a ajudar a subjectar i d'aquesta manera es va enganxar correctament.



7.2 Comprovació de paràmetres

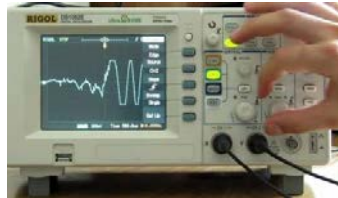
Pràctica per comparar la intensitat i l'ona sonora dels violins

Material utilitzat

Sonòmetre



Oscil·loscopi



Violins



Procediment dut a terme

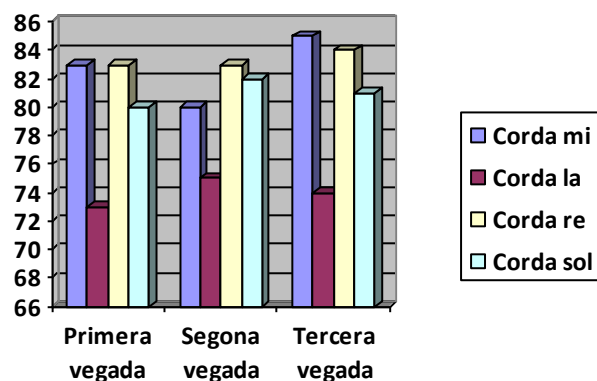
- Amb el violí construït i un sonòmetre (jo he utilitzat una aplicació d'Android), mesurar la intensitat del violí tocant el més fort possible amb les quatre cordes. Si s'escau, demanar ajuda a una altre persona per a fotografiar els resultats obtinguts.
- Fer el mateix amb el violí comprat.
- Repetir el procediment tres cops per a minimitzar els errors.
- Amb el violí comprat i el oscil·loscopi (jo he utilitzat també una altre aplicació d'Android), mesurar la freqüència de cada corda. Intentar projectar un so igualat i sense trencament de la ona sonora. També observar l'amplitud d'ona.
- Fer el mateix amb el violí comprat
- Repetir el procediment tres cops per a minimitzar els errors.

Anàlisi de la intensitat

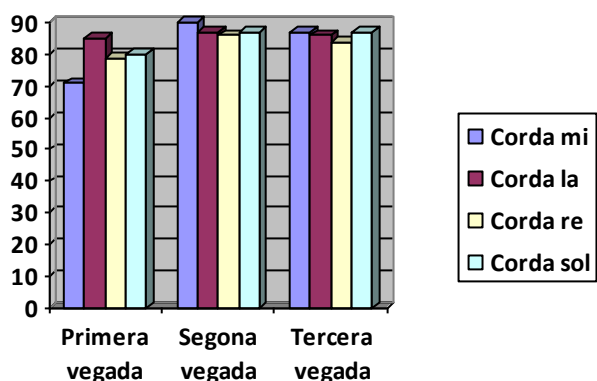
He fet una taula on apareixen els resultats de les tres vegades que he fet la prova. Després he fet la mitjana de les tres vegades per a obtenir una freqüència relativa i poder comparar.



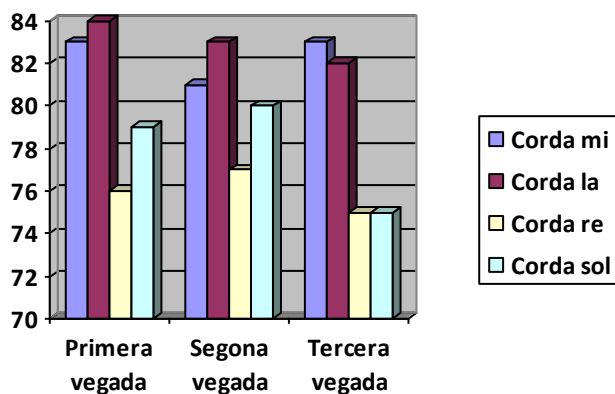
Violí construït			
	Primera vegada	Segona vegada	Tercera vegada
Corda mi	83	80	85
Corda la	73	75	74
Corda re	83	83	84
Corda sol	80	82	81
Mitjana: $(83+80+85+73+75+74+83+83+84+80+82+81)/12$ = 80,25dB			



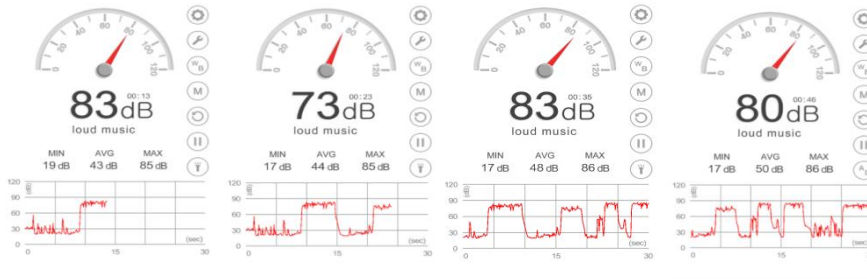
Violí comprat			
	Primera vegada	Segona vegada	Tercera vegada
Corda mi	71	90	87
Corda la	85	87	86
Corda re	79	86	84
Corda sol	80	87	87
Mitjana: $(71+90+87+85+87+86+79+86+84+80+87+87)/12=$ 84,08dB			



Violí envernissat			
	Primera vegada	Segona vegada	Tercera vegada
Corda mi	83	81	83
Corda la	84	83	82
Corda re	76	77	75
Corda sol	79	80	75
Mitjana: $(83+81+83+84+83+82+76+77+75+79+80+75)/12=$ 79,83 dB			

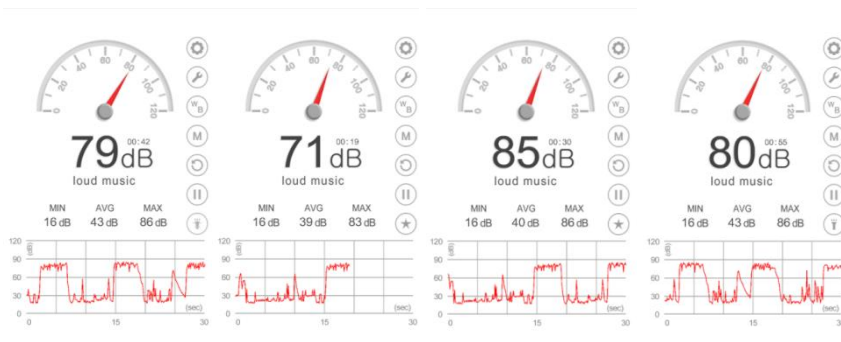


Del violí construït, aquests són alguns dels resultats apuntats a la taula de les cordes mi, la, re i sol respectivament.



He repetit l'experiment tres vegades per a minimitzar els possibles errors i aproximar-me el més possible a l'exactitud. Els resultats m'han sortit bastant més elevats del que m'esperava. La mitjana de 80,25 em sembla prou bona i d'una acústica suficientment forta. Els càlculs obtinguts del violí construït han sortit menors ja que la fusta que he utilitzat no és especial per a violí. Per tant no vibra de la mateixa forma, el pegament perjudica a la sonoritat i la vibració no és tant potent com en un violí normal.

M'han sorprès els resultats del violí construït per un luthier gratament ja que m'imaginava que hi hauria més diferència entre els dos violins. Hi ha una diferència de 4,25 dB entre un violí i l'altre i no em sembla massa. Aquests són alguns dels resultats apuntats a la taula de les cordes re, mi, la i sol respectivament.



La mitjana d'intensitat del violí comprat és de 84,08 dB. A primera vista, una diferència de quatre números sembla poc, però, tenint en compte que la corba de dB no és lineal sinó que és logarítmica, és bastant. Malgrat això, han sortit uns resultats bastant bons ja que el violí construït s'apropa molt a la intensitat que pot aconseguir un violí de luthier. La qualitat del so, de manera subjectiva, si que és veritat que la del violí de luthier considero que és molt més bona, però, encara i així, trobo que el violí construït té una bona potència de so.

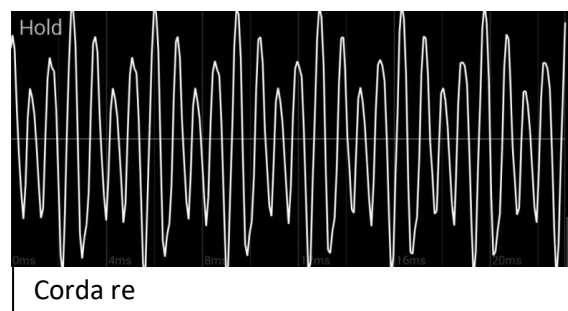
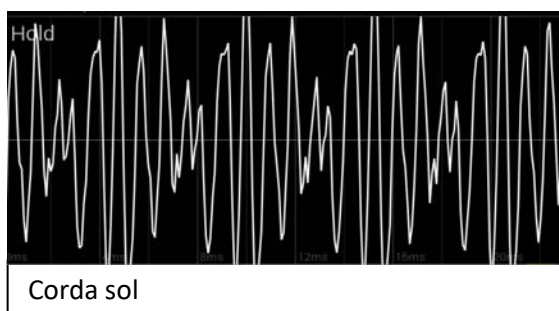
El violí envernissat ha obtingut la intensitat més baixa amb un 79,83 Hz. Potser el vernís fa que la fusta no vibri tant i per tant no projecti tant el so. Encara i així, els resultats son força bons ja que pot aconseguir una gran intensitat.

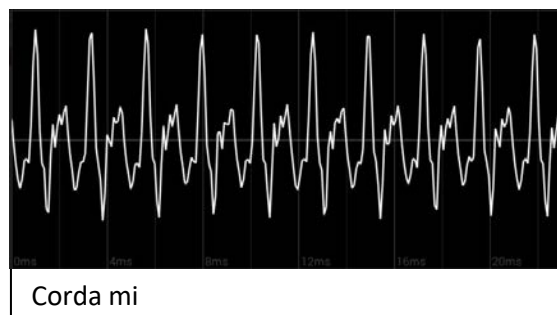
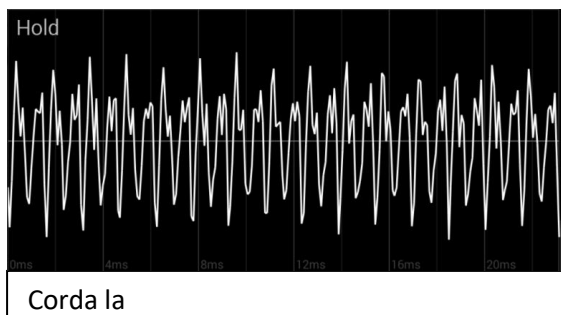


Per altre banda, m'he adonat que el violí construït obté més intensitat per les notes agudes que per les greus. La vibració de la nota aguda és més neta i fina que la greu que pel contrari no aconsegueix sonar tan fort ni tant net. També haig de tenir en compte que després de l'incident del violí, ja manera de l'encaix és diferent, s'ha utilitzat una altre cola i per tant pot ser que això impliqui que el so sigui una mica més fluix.

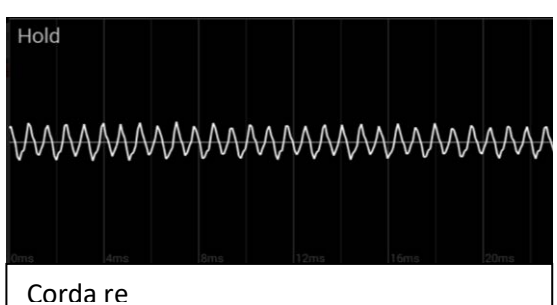
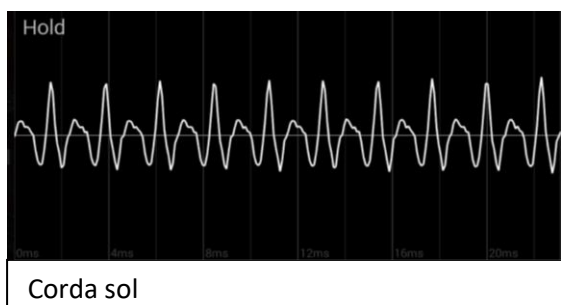
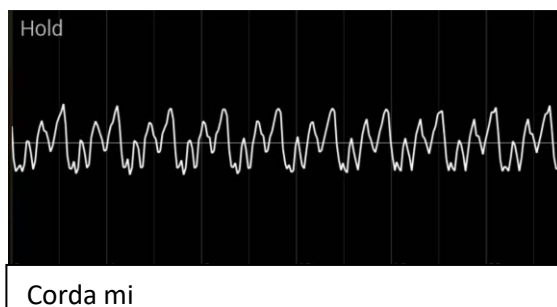
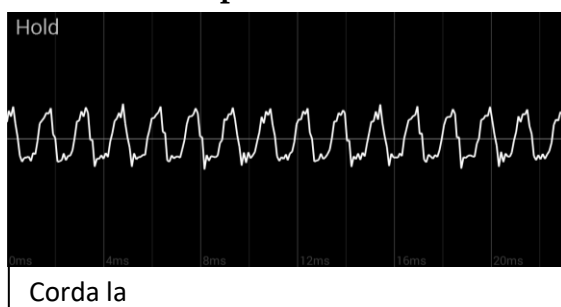
✚ Anàlisi de les oscil·lacions

• Violí construït

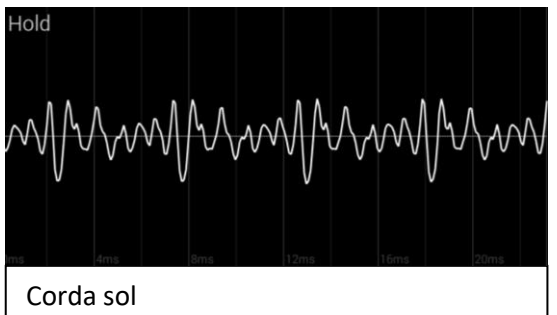
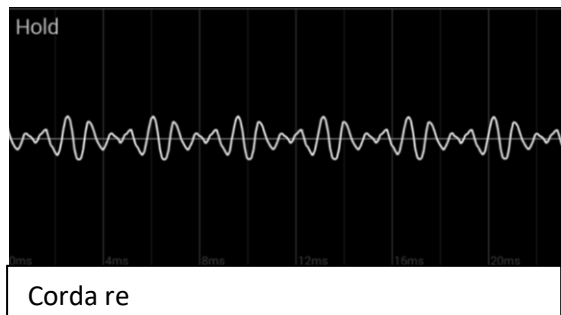
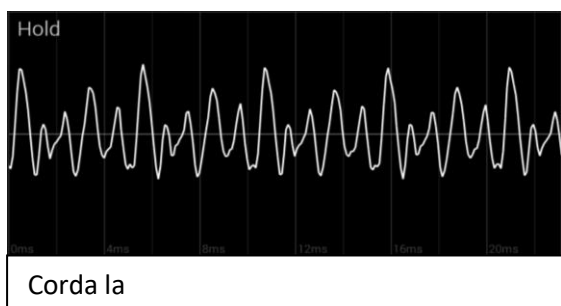




• **Violí comprat**



• **Violí envernissat**



En els tres casos han sortit unes ones bastant regulars, segueixen un patró força net. En principi, el violí comprat hauria de tenir una oscil·lació més neta que l'altre però els resultats no són així. Si a cegues hagués d'identificar quines ones són de cada instrument no sabria identificar-les ja que són bastant semblants. M'he fixat que les ones més perfectes són les del violí comprat i les del envernissat. Puc arribar a la conclusió de que potser el vernís treu so però produeix que l'emissió del so sigui més clara i neta.

En el violí construït s'observen unes oscil·lacions molt irregulars i dubtoses. L'amplitud de l'ona és molt més gran que en els altres dos casos. També presenta moltes irregularitats en el seu període o cicle. Suposo que al no estar del tot polit ni envernissat, afecta a la propagació de l'ona. Una altre raó serà el fet de que la fusta no és la idònia per a fer ressonància. Es pot observar que a l'ona li falta riquesa sonora, textura, és pobre i per això sona tan opac. S'observen petites ones que a les altres oscil·lacions dels altres violins no apareixen.

En el violí comprat, les ones si que són més regulars i ens podem fixar amb detall en el dibuix que fa. L'amplitud d'ona és més petita que en el violí sense envernissat però semblant a la del violí envernissat. Potser s'identifica que està fabricat per un luthier ja que les condicions d'acústica que emet són força bones com per exemple les figures que fa i la netedat que s'obté.

En el violí envernissat noto una similitud amb el violí comprat. Si ens fixem en les oscil·lacions de les ones, corda per corda, podem apreciar un dibuix semblant, és a dir, les pujades i baixades que fan es van repetint de la mateixa manera en els dos violins. El vernís, pel que he pogut apreciar, aporta una estabilitat a la fusta i una millor qualitat de propagació de l'ona. S'observa un gran canvi entre el violí amb i sense vernís ja que una vegada envernissat, les petites ones d'un so brut han desaparegut.



Les diferències entre les ones, les puc atribuir a la qualitat de la fusta del meu violí, com he explicat a l'apartat 6. Al violí de luthier, les fustes tenen diferents grossors depenent el lloc i el meu violí era completament recte. El vernís tampoc és el mateix. La cola que he utilitzat afecta a la projecció del so i segurament no és la més idònia. La barra harmònica segurament no està a la posició exacta on es troba la del meu violí. El violí de luthier utilitza diferents tipus de fusta i, jo, el canvi, he utilitzat en totes les parts la mateixa.

Jo m'esperava que la transmissió de l'ona del violí seria molt més clara i perfecte però ha donat la casualitat que és semblant a la de l'altre violí. Puc arribar a la conclusió de que tots tres violins són força semblants pel que fa a la intensitat i a les oscil·lacions. Això m'enorgulleix ja que he aconseguit construir un violí que s'aproxima molt a les qualitats del so d'un violí de luthier.



8. Conclusions

Després d'aquests set mesos investigant i aprenent sobre aquest treball, he pogut arribar a diverses conclusions.

Primer de tot, estic molt contenta perquè he pogut realitzar el treball tal i com l'havia previst malgrat les dificultats que m'han anat sorgint. He pogut constatar per una banda que el violí té un origen molt divers, és una barreja de moltes variacions d'instruments que s'han consolidat en aquest fi, dolç i preciós instrument. He conegut amb més profunditat com funciona el violí, quina és la manera amb la qual es projecta el so i per quins processos passa fins que arribo a escoltar-lo. Sempre m'havien dit: "el violí és pura física" i gràcies a aquest treball, ho he pogut constatar a la perfecció. El músic mou l'arquet deixant caure el pes des de l'espatlla i de manera perpendicular a les cordes per a que el so no es trenqui. La bona col·locació de la mà dreta aconsegueix que els dits arribin perfectament a les posicions més complicades.

Com vaig explicar a la introducció, la construcció del violí ha estat de manera autodidàctica i estic molt feliç de poder haver dut a terme allò que havia pensat en un principi. El violí que he construït és un bon violí amb el que en un futur podré tocar les peces que em proposi.

Desgraciadament, he hagut d'arreglar el violí una vegada ja construït i acabat, com he explicat a l'apartat 7.1.15.1. Primer vaig acudir a l'ajuda del meu professor de tecnologia per a intentar arreglar-ho, però el sistema que vam utilitzar no va ser suficientment fort. Vaig tornar-ho a intentar amb un conegut que és fuster i gràcies a la seva experiència com a tal ho vam poder arreglar. Van ser uns dies de molt patiment perquè que se'm trenqués després de tenir-lo acabat em va saber molt de greu.



La investigació m'ha comportat un gran aprenentatge d'un tema que em motiva molt com ho és el violí. El violí per a mi es la manera d'expressar-me qual les paraules se't queden curtes, de dir tot el que penso d'una manera màgica, de desfogar-me quan estic preocupada o trista i d'expressar la meva felicitat quan estic contenta. Gràcies a aquest treball he conegut per què el violí és com és i com ha arribat a ser així. He après molts conceptes de la música que no coneixia com per exemple l'origen dels harmònics. Abans de fer aquest treball, jo tocava els harmònics i sabia (perquè ho havia memoritzat) les notes de cada harmònic on estaven situades. Ara sé el per què estan així situades. O com es transforma l'energia en so i com està representada una ona.

Personalment aquest treball m'ha fet veure que si vols una cosa, has de lluitar per aconseguir-la. No m'ha constatat gens fer aquest projecte ja que ha sigut molt enriquidor per a mi i era un tema que m'agrada. M'ha fet aprendre que quan se't planteja un treball de tanta extensió t'ho has d'agafar poc a poc i no cal estressar-se perquè de mica en mica van sortint les coses, i si no surten, doncs es busca una altra manera per a fer-ho.

En el moment que vaig acabar el curs de primer de batxillerat, vaig començar a planificar la construcció del violí i tan aviat com em va ser possible vaig començar a serrar les peces. Vaig tardar uns tres/quatre dies (sis hores cada dia) en horari de classe, per serrar totes les peces. El que va ser més llarg va ser l'altre part: enganxar-ho, llimar-ho, polir-lo i envernissar-ho. La part escrita la vaig redactar durant l'estiu. Vaig pensar que seria la millor idea perquè així al setembre ja el tindria quasi enllestit i em podria dedicar plenament a segon de batxillerat.

Ha sigut un treball de gran dificultat i tot s'ha de dir, quan vaig proposar el treball, molta gent ho veia molt complicat i no veien clar que em sortís. Amb



molt d'esforç ho he aconseguit i estic molt orgullosa. Aquest treball em servirà de manera indirecta en la meva carrera com a professional del violí, perquè ara al tocar podré comprendre moltes coses de les que ocorren i també si alguna peça se'm cau, podré arreglar-ho sense haver d'acudir a un luthier, sempre i quan no sigui molt greu. No em servirà de manera pesant en els meus estudis però considero que era el que em venia de gust fer i sobre el que volia investigar. El volia fer per un motiu personal i molt especial com ho és el violí per a mi i així ho he complert.

Aquest treball m'ha despertat unes inquietuds que no sabia que tenia com és la construcció d'instruments i ara que he fabricat un violí m'han entrat ganes de seguir i fabricar més instruments millors i de més varietat. M'ha servit per adonar-me de que aquest tema m'agrada més del que pensava.

Haig d'agrair al luthier de la botiga Audenis de Barcelona, que em va proporcionar informació de primera mà sobre com es construïa un violí realment, una construcció bastant diferent al mètode que vaig utilitzar jo. També moltes gràcies al meu tutor per aconsellar-me en tot moment, i pel seu suport i els seus ànims. Agraïxo als altres professors del meu institut que m'han ajudat a dur a terme el treball. Per altre banda, també moltes gràcies al meu professor de violí i de llenguatge musical del CMMB pels seus consells. En general gràcies, moltes gràcies a totes aquelles persones que m'han ajudar de manera directa o indirecta pel seu suport i el recolzament durant el treball.



9. Annexos

9.1 Annex 1: Interpretació d'una peça musical, "What can I do"

Per a finalitzar el meu treball de recerca i posar a prova el meu violí, vaig decidir gravar una peça musical. Vaig escollir la cançó de *What can I do?* de *The corrs*. Vaig començar de zero a escriure la partitura de la cançó adaptant-me als instruments que sé tocar. Vaig escollir com a instruments tres veus de violí, veu, piano i ukelele. Amb el programa *Musicore* vaig anar escrivint la partitura escoltant la peça original. Una vegada vaig tenir la partitura acabada, vaig començar a gravar cada part. Per a gravar-ho vaig utilitzar la gravadora de veu del meu ordinador. Quan vaig tenir cada veu gravada, em vaig posar amb el programa *Videodeluxe* a crear el vídeo. Quan vaig aconseguir empastar totes les veus, vaig afegir-li la meua gravació tocant els instruments.

A continuació adjunto la meua partitura de la peça. El CD amb el vídeo el trobaràs a l'última pàgina del treball.



What can I do

The corrs

Lidia Edo Fernández

$\text{♩} = 75$

Violín *mf*

Violín *f*

Violín *ppp*

Ukelele *mp*

Piano *mp*

Voz *f* I haven't slept at all in days

6

Vln. *f*

Vln. *f*

Vln. *ppp*

Uk. *mp*

Pno. *mp*

Vo. *f* it's been so long since we have talked

9

Vln. *cresc.*

Vln.

Vln.

Uk.

Pno.

Vo.

And I have been here ma ny times I just don't know what I'm do ing

12

Vln. *mp*

Vln.

Vln. *mp*

Uk.

Pno.

Vo.

wrong What can I do to make you love me?

15

Vln. 

Vln. 

Vln. 

Uk. 

Pno. 

Vo. 

What can I do to make you ca re? What can I say to make you feel this?

19

Vln. 

Vln. 

Vln. 

Uk. 

Pno. 

Vo. 

What can I do to get you the - re? There's on ly so much I can take

Vln. 

Vln. 

Vln. 

Uk. 

Pno. 

Vo. 

And I just got to let it go....

Vln. 

Vln. 

Vln. 

Uk. 

Pno. 

Vo. 

And who knows I might feel bet ter yeah If I don't try and I don't

28

Musical score for measures 28-30. The score includes parts for Violin I (Vln.), Violin II (Vln.), Violin III (Vln.), Ukulele (Uk.), Piano (Pno.), and Voice (Vo.). The key signature is two sharps (F# and C#). The tempo is marked *mf*. The lyrics are: "hope What can I do to make you love me?"

31

Musical score for measures 31-34. The score includes parts for Violin I (Vln.), Violin II (Vln.), Violin III (Vln.), Ukulele (Uk.), Piano (Pno.), and Voice (Vo.). The key signature is two sharps (F# and C#). The lyrics are: "What can I do to make you ca re? What can I say to make you feel this?"

35

Vln. *f*

Vln. *f*

Vln.

Uk.

Pno.

Vo.

What can I do to get you the re? No more wai-ting no more a - ching

f

40

Vln.

Vln.

Vln.

Uk.

Pno.

Vo.

No more fi - ghting no more try - ing

45

Vln. 

Vln. 

Vln. 

Uk. 

Pno. 

Vo. 
 May-be there's no thing more to say And in a fu nny may I'm calm

49

Vln. 

Vln. 

Vln. 

Uk. 

Pno. 

Vo. 
 Be-cause the po-wer is not mine I'm just go-ing to let it fly

53

Vln. *mp*

Vln.

Vln.

Uk.

Pno.

Vo.

What can I do to make you love me? What can I do to make you ca

56

Vln.

Vln.

Vln.

Uk.

Pno.

Vo.

re? What can I say to make you feel this?

59

Vln. I

Vln. II

Vln. III

Uk.

Pno.

Vo.

What can I do to get you the re? What can I do to make you love me?

63

Vln. I

Vln. II

Vln. III

Uk.

Pno.

Vo.

What can I do to make you ca re? What can I say to make you feel

Vln. 

Vln. 

Vln. 

Uk. 

Pno. 

Vo. 

this? What can I do to get you the re? And lo - ve me

Vln. 

Vln. 

Vln. 

Uk. 

Pno. 

Vo. 

Lo o - ve me lo o - ve me lo o - ve me lo o -

74

Vln.

Vln.

Vln.

Uk.

Pno.

Vo.

78

Vln.

Vln.

Vln.

Uk.

Pno.

Vo.

Musical score for measures 82-84. The score is in G major (two sharps) and 4/4 time. It features six staves: two Violin (Vln.) staves, Ukulele (Uk.), Piano (Pno.), and Voice (Vo.).

- Violin 1 (Vln.):** Rests in measures 82 and 83, then a whole note in measure 84.
- Violin 2 (Vln.):** Rests in measures 82 and 83, then a whole note in measure 84.
- Ukulele (Uk.):** Chords in measure 82 (G4, B4, D5), measure 83 (G4, B4, D5), and measure 84 (G4, B4, D5).
- Piano (Pno.):** Treble clef has chords in measure 82 (G4, B4, D5), measure 83 (G4, B4, D5), and measure 84 (G4, B4, D5). Bass clef has a melodic line in measure 82 (G3, A3, B3, C4, D4, E4, F4, G4), measure 83 (G3, A3, B3, C4, D4, E4, F4, G4), and measure 84 (G3, A3, B3, C4, D4, E4, F4, G4).
- Voice (Vo.):** Melody in measure 82 (G4), measure 83 (A4, B4, C5), and measure 84 (G4). Lyrics "ve" and "me" are under the notes.

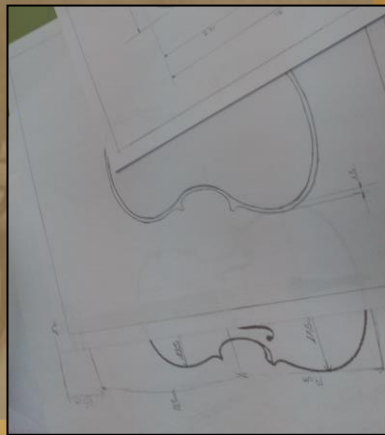
9.2 Annex 2: Fotografies de la construcció

Per a mostrar d'una manera més visual i real de la construcció del violí, he decidit fer un muntatge amb totes les fotografies que he anat fent del procés explicat anteriorment.

En aquest muntatge es mostra una evolució dels diferents passos que he realitzat seguit d'una petita explicació del que s'observa a la imatge.



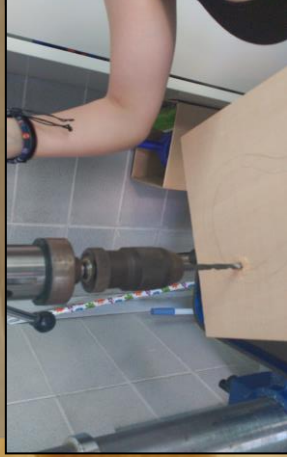
FOTOGRAFIES DE LA CONSTRUCCIÓ



Ebossos del violí.



Maqueta d'un violí de cartró.



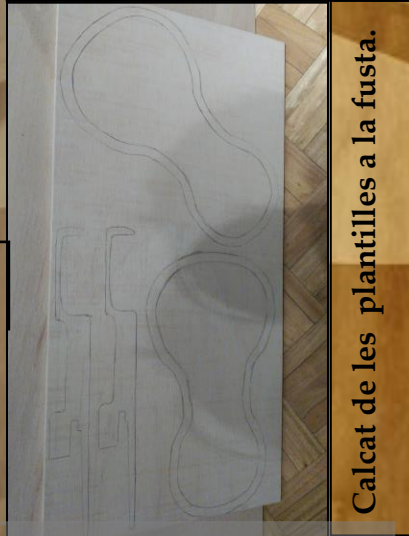
Amb la taladora, estic fent forats per a poder ficar la serra i serrar la part interna del cos del violí.



Compra del material.



Calcat de les plantilles a la fusta.





Serrat part interna



Llimat part interna



Serrat de la tapa i el fons



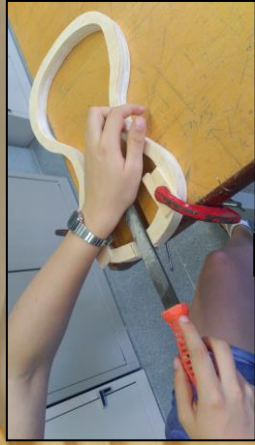
Imatge de les peces internes del violí, la tapa i el fons juntament amb les eines situades a l'esquerra: la serra de marqueteria i els sergents.



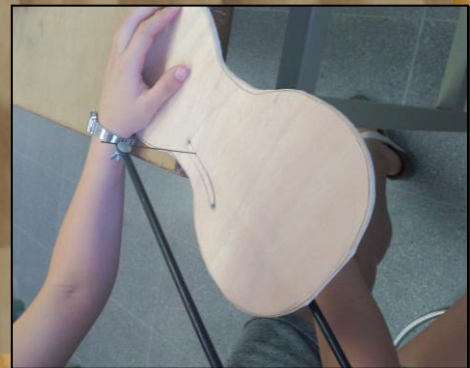
Encolat del mànec.



Construcció del mànec amb quatre llistons de fusta.



Forat a mida del mànec per a encaixar les peces.



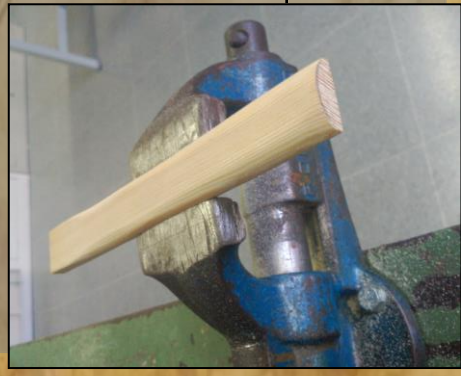
Serrat de les efes.



Muntatge del violí sense enganxar.



Encolat de la part interna del cos.



Arrodoniment del batidor.



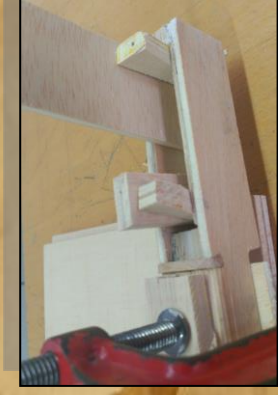
Celleta



Alçament de batidor amb una petita cunya.



La cunya enganxada al fons del violí per la part interna.



Reforçament del cap del violí amb dues fustes molt primes i dures amb laterals.



Envernissat del violí.



Violí sense vernís.



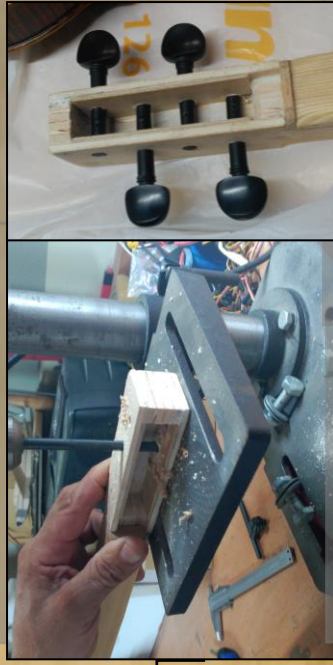
La barra harmònica



Polint la fusta per a posar una altre capa de vernís.



Violí trencat.



Forats del claviller, de les clavilles i del cordal.



Primera solució, no òptima.

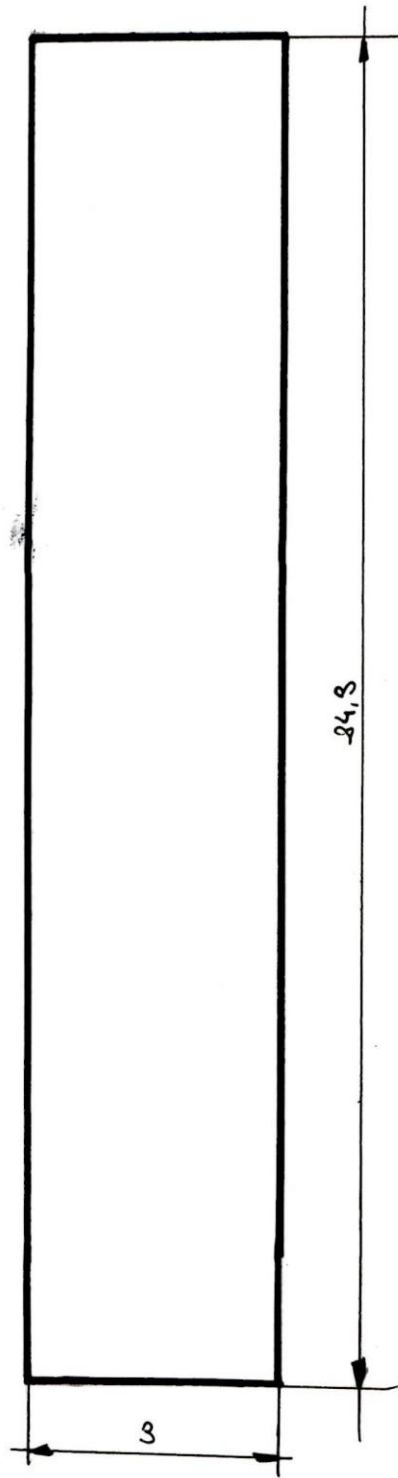
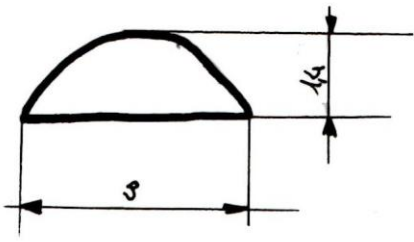


Segona solució: òptima.

9.3 Annex 3: Esbossos del violí

A continuació he adjuntat els esbossos previs que vaig dissenyar per a poder realitzar la construcció del violí.



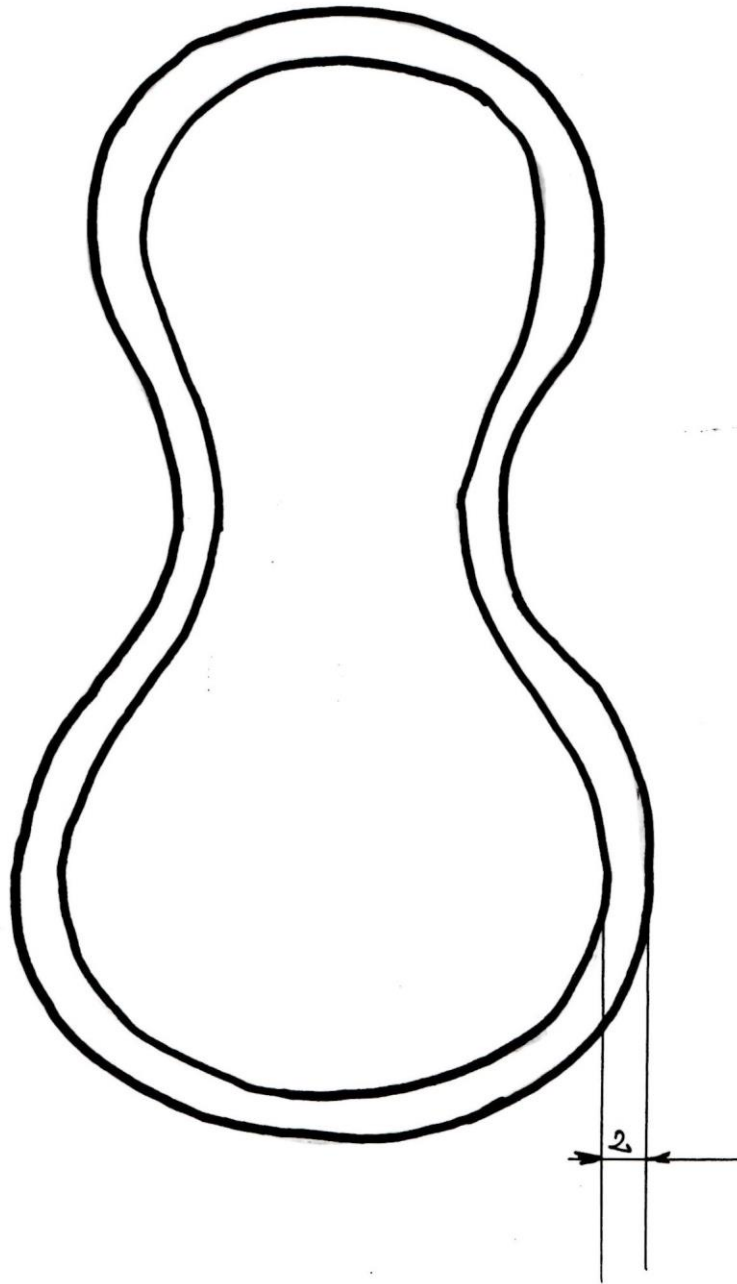


d'listó de 0,5 cm de gruix

Celleta

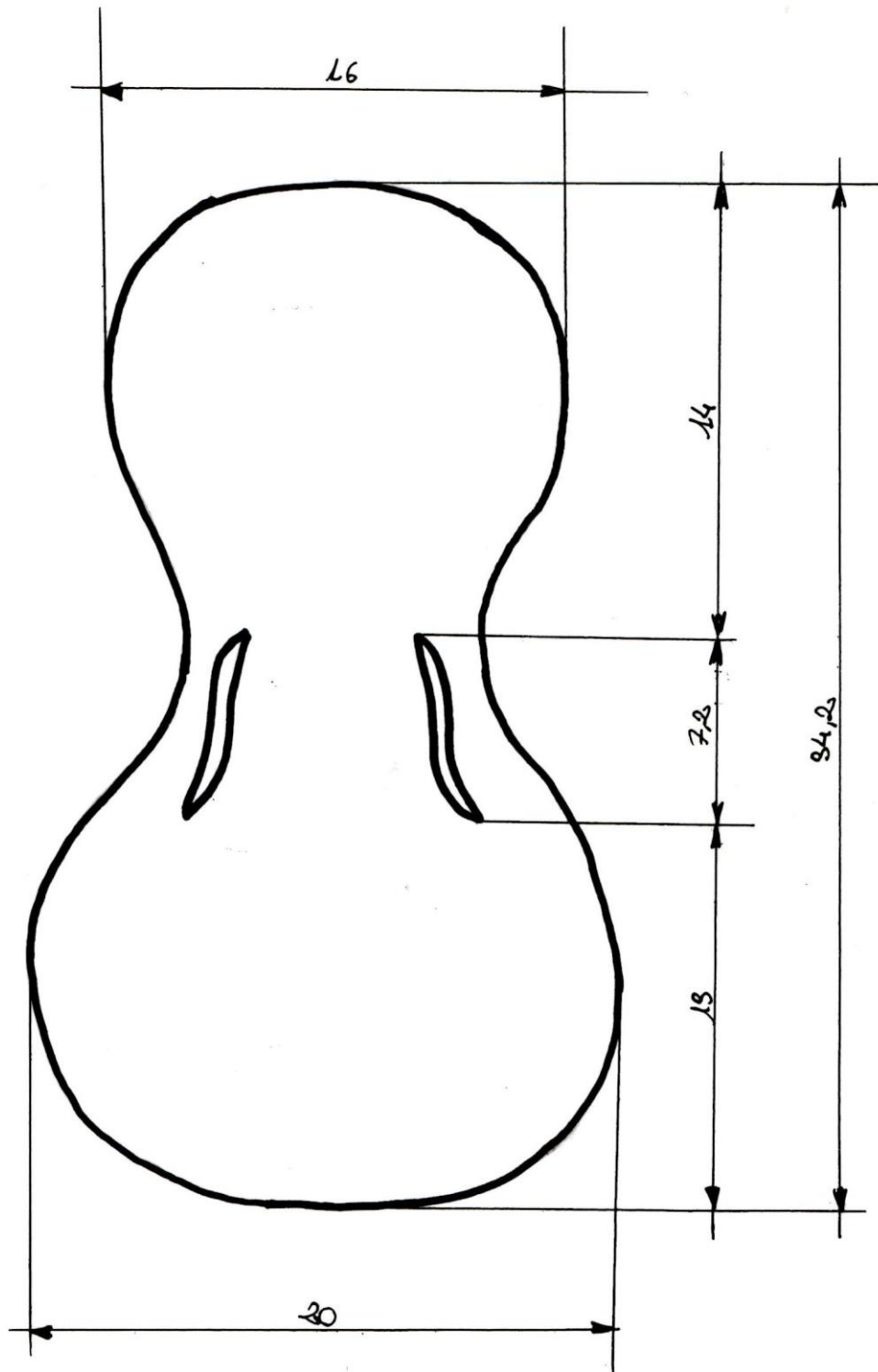
d'listó d'1 cm de gruix ennobrit

Batedor del violí



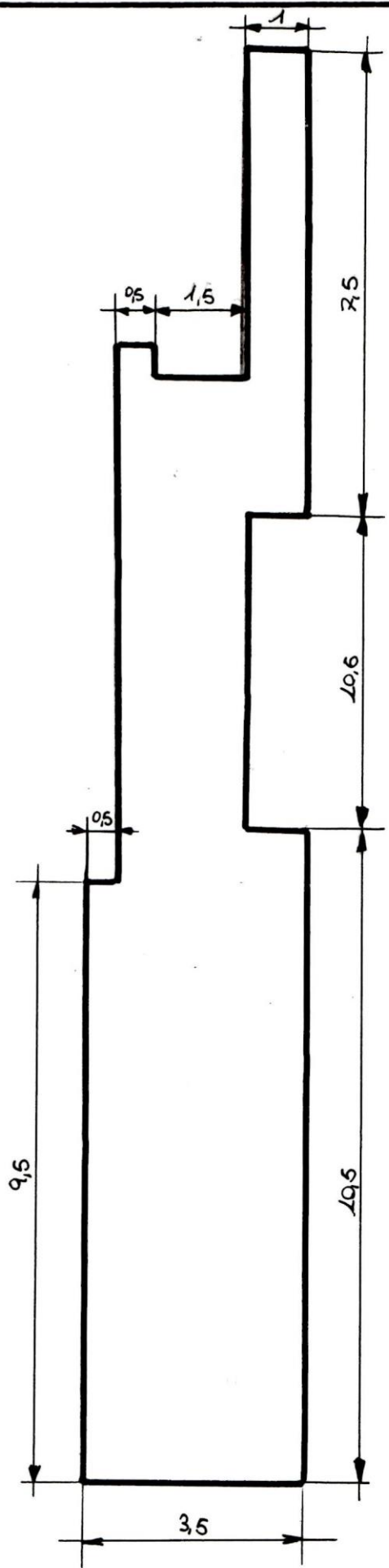
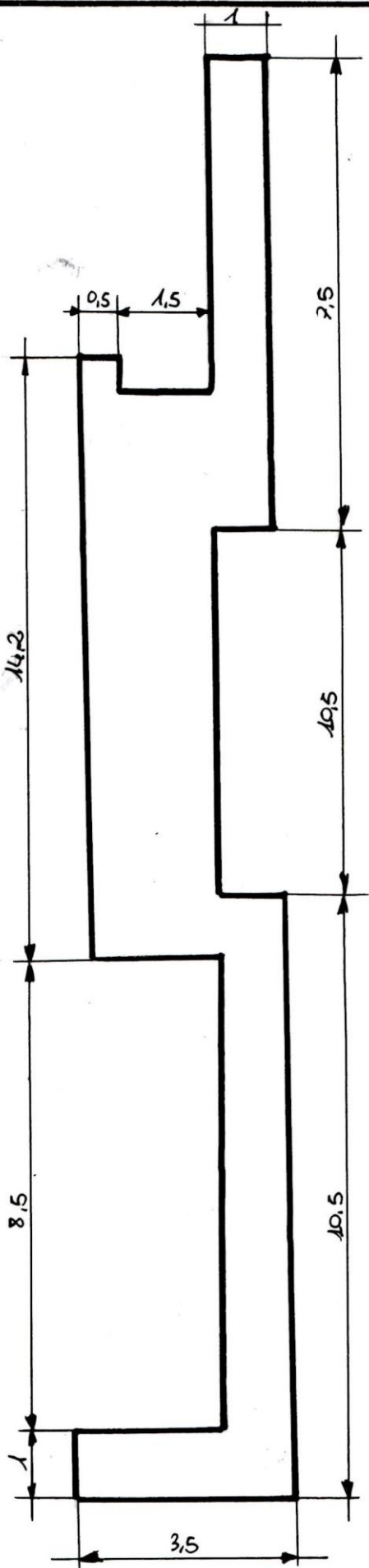
l'istó d'1 cm de gruix

l'amines del mig del cos del violí



llistó de 0,5 cm de gruix

Topa del violí



llistó de 0,5 cm de gruix

Màneg del volí

10. Infografia

- ❖ <https://planetaviola.com/2016/02/14/origenes-y-evolucion-del-arco-de-los-instrumentos-de-cuerda/> [29/07/17]
- ❖ <http://www.musicopolix.com/blog-musicopolix/2014/02/27/496/> [26/06/17]
- ❖ <https://eltamiz.com/elcedazo/2011/05/26/eso-que-llamamos-musica-parametros-del-sonido/> [28/08/17]
- ❖ Botiga Audenis, Luthier, carrer de València, 316, 08009, Barcelona [11/07/17]
- ❖ Conrado Cardús, *Estructura y sonoridad de los instrumentos de arco*, Real musical, Madrid. 787.1 Car, Biblioteca del conservatori municipal de música de Barcelona [12/07/17]
- ❖ Hugo Pinksterboer, *Violín y viola*, Mundimúsica Ediciones, 787 Pin, Biblioteca del conservatori municipal de música de Barcelona [12/07/17]
- ❖ Zdenko Silvela, *Historia del violín*, Entrelíneas editores, 787.1 (09) Sil, Biblioteca del conservatori municipal de música de Barcelona (CMMB) [12/07/17]
- ❖ Carl Flesch, *Los problemas del sonido en el violín*, Real musical, CMMB [12/07/17]
- ❖ Joan Mercadé, Salvador Serra, Montserrat Armengol, *Física 2 batxillerat*, McGrawHill

